

神戸大 石浦宏尚 身内賢太郎、東野聡、窪田諒、中山郁香 他NEWAGEグループ
 新学術「地下宇宙」2021年領域研究会 2021/5/19-21

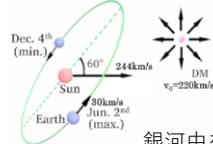
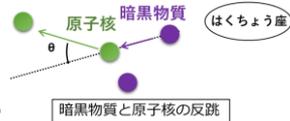
1. 背景と目的

• 暗黒物質

- 観測的証拠から存在すると考えられているが未発見
- 直接・間接・加速器による探索が行われている

• 方向感度を用いた暗黒物質探索手法

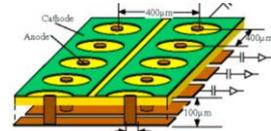
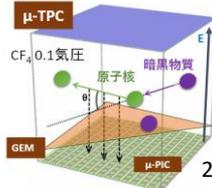
- 太陽系の運動による暗黒物質の「風」をとらえ、到来方向異方性を暗黒物質の確実な証拠として期待



銀河中を運動する太陽系のモデル

2. NEWAGE

- 方向感度を持つ暗黒物質直接探索実験
- 3次元飛跡検出器μ-TPCで暗黒物質によって反跳された原子核反跳の飛跡をとらえる

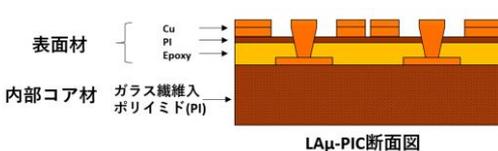


2次元読み出しμ-PIC(400 μmピッチ)

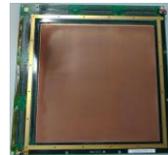
3. 現状の課題 - 検出器由来バックグラウンド(BG)

- 検出器由来のα線により感度が制限されてきた
- 現行検出器: Low-α μ-PIC(LA μ-PIC)
 - 表面材にガラス繊維(放射性不純物有)を含まず → 従来のμ-PICに比べて低α線化達成した検出器

検出器: NIM A 977 (2020) 164285, 物理:arXiv:2101.09921



LAμ-PIC断面図



(参考) LAμ-PIC

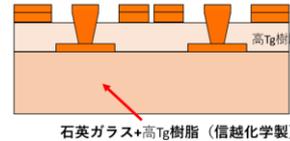
- ただし内部コア材にガラス繊維入ポリイミド使用

- U/Th 系列²²²Rn, ²²⁰Rn 放出
 → ガス中BG & ²¹⁸Poが表面へ付着し表面アルファ線源に
 → 内部コア材も低BG化したμ-PIC開発へ!

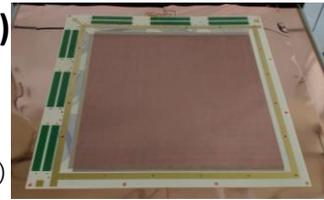
4. 低BG μ-PIC (LBG μ-PIC)開発 (DNP製)

- 内部コア材: ガラス繊維入ポリイミド → 石英ガラス+樹脂(信越化学製)へ変更 (低BG素材としての実績)

LBGμ-PIC & スクリーニングでの選定)



- また、読み出しと検出器一体化
- ソルダーレジスト(SR)の使用量減を達成 → 今後SR材使わない次の版のμ-PICを開発の予定



今回製作したLBGμ-PIC

HPGe 測定結果	²³⁸ U middle(ppm)	²³⁸ U upper (ppm)	²³² Th (ppm)
LAμ-PIC 内部コア材(従来) ガラス繊維入ポリイミド	$(7.8 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	$(7.6 \pm 0.1) \times 10^{-1}$	3.42 ± 0.03
LBGμ-PIC 内部コア材(今回) 石英ガラス+高Tg樹脂	$(5.6 \pm 5.2) \times 10^{-3}$	$(5.1 \pm 1.0) \times 10^{-3}$	$(1.2 \pm 0.4) \times 10^{-2}$
LAuPIC/LBGuPIC 削減比 (今回)/(従来)	1/140	1/150	1/300

材料ベースで1/100以下を達成(上表) BG低減が期待

5. 表面アルファ測定 & 動作確認

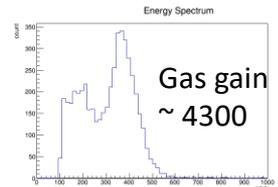
*今回の放射能測定ではXMASSグループによって確立されたLowBG技術を利用

サンプル	表面α線量 (2.5<E<5.8MeV) [α/cm ² /hr]	面積比
銅箔(LBGμ-PIC)	$(3.08 \pm 0.59) \times 10^{-4}$	0.57
樹脂(LBGμ-PIC)	$(6.11 \pm 0.58) \times 10^{-4}$	0.43
銅箔+樹脂 (参考面積で重み付け後)	$(4.38 \pm 0.42) \times 10^{-4}$	1
LBGμ-PIC	$(4.62 \pm 0.41(\text{stat.}) \pm 1.0(\text{sys.})) \times 10^{-4}$	

→ 材料と同程度製造時の混入無しと考えられる

- テストチェンバーを用いた動作確認

- Ar+C2H6 (9:1) 1atm ⁵⁵Fe 5.9 keV X線, 520V
- ガス検出器としての動作確認
- LAμ-PICと同程度ガスゲインを達成



6. まとめ

- 放射性不純物を低減した低BG μ-PICを開発製作し、動作を確認した
- 今後ガスゲインの位置依存性やラドン放出量について評価する予定
- SR材を使わない次の新μ-PIC開発へ