

Feb 22nd, 2023

- 令和4年度東京大学宇宙線研究所
共同利用発表会

ガス飛跡検出器による暗黒物質探索実験

身内賢太郎
(神戸大理)

竹内康雄 東野聡
中山郁香 金崎奎 大藤瑞乃 濱田悠斗 (神戸大)
寄田浩平 田中雅士 青山一天
岩澤広大 中曾根太一 櫻井真由 (早稲田大)
Neil Spooner, Robert Renz M Gregorio
Alasdair G McLean (University of Sheffield)

- 実験概要
- 2022年度報告

科研費
KAKENHI

1 実験概要

$v_0=220\text{km/s}$

DM HALO

G. C.

CYGNUS

Solar System

$v_{\odot}=230\text{km/s}$

Dec.

nuclear recoil
@ LAB

nucleus

• Goal

- 方向に感度を持ったDM 検出
- 低圧力・大容量 ($1\text{m}^3 \times N$)

• 現状

- BGを削減して感度向上中
- CF_4 ~ 0.1 気圧・30cm角 ICRR共同利用成果発表会

2. 2022年度報告

• 研究費

- 35万円配分（物品費5万円 旅費30万円） 執行済

• 研究内容

• 高感度化

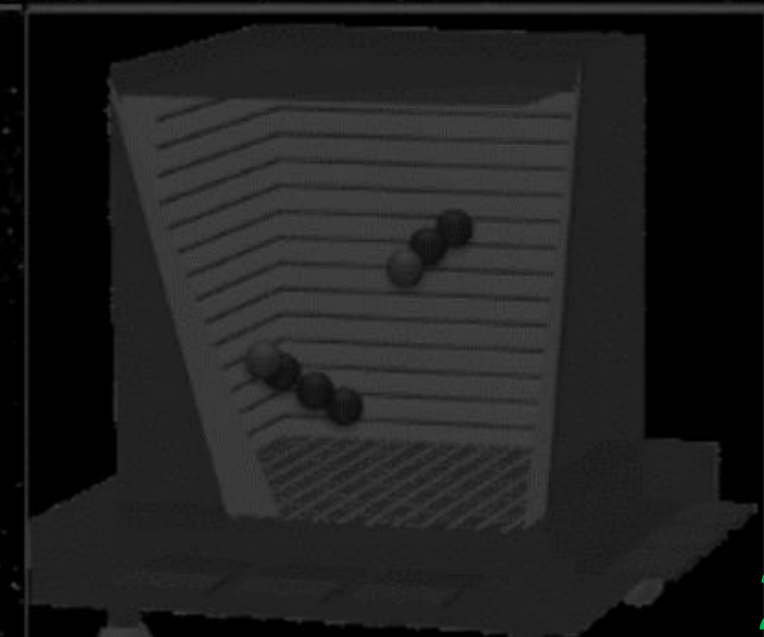
- 低 α μ -PICを用いたDM run (submitted to PTEP)
- 低閾値化+銅シールドrun
- ガス中の不純物除去

arXiv:2301.04779

- 中性子測定（早稲田グループ）
- 陰イオンガス
- 大型TPC（C/N-1.0）

関連:小川氏発表

関連:南野氏発表



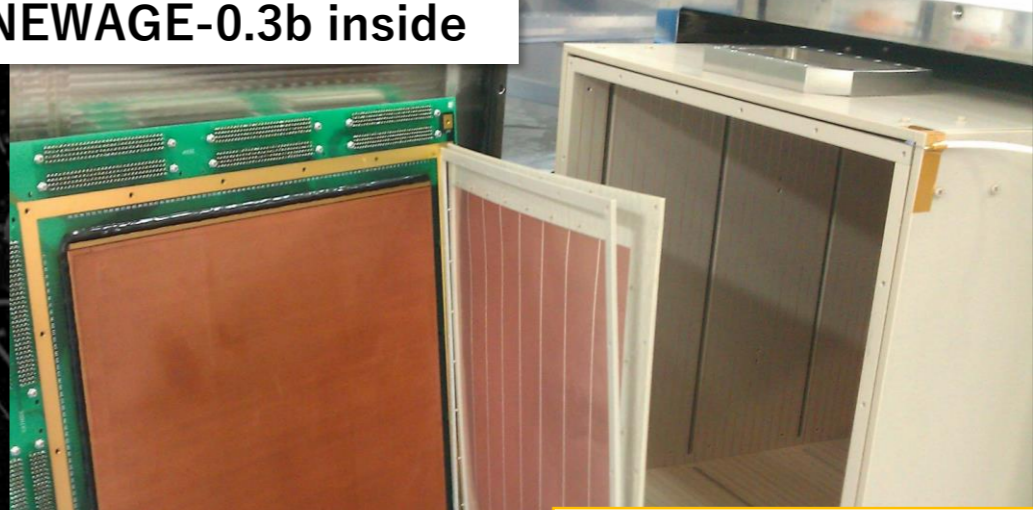
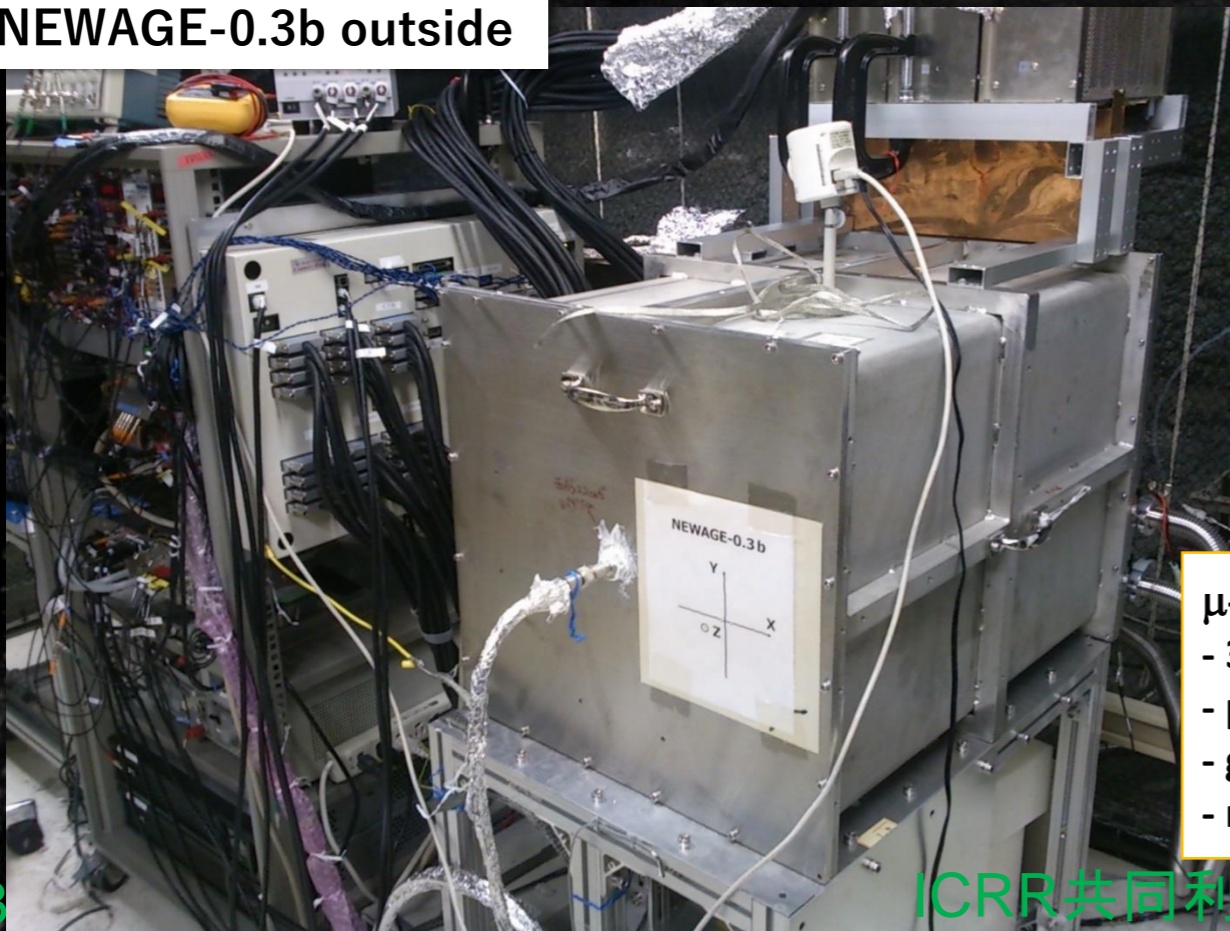
• 検出器: NEWAGE-0.3b”

- Detection Volume: $31 \times 31 \times 41 \text{ cm}^3$
- ~ 1500 ch readout system
- Gas: CF_4 at 0.1atm (50keVee threshold)
- 3D nuclear tracks
- gamma-ray BG rejection

Field cage
Drift length: 41cm
PEEK + copper wires

NEWAGE-0.3b outside

NEWAGE-0.3b inside



μ -PIC(Micro-pixel chamber)
- $31 \times 31 \text{ cm}^2$
- pitch : $400 \mu\text{m}$
- gain : ~ 1000
- made by DNP, Japan

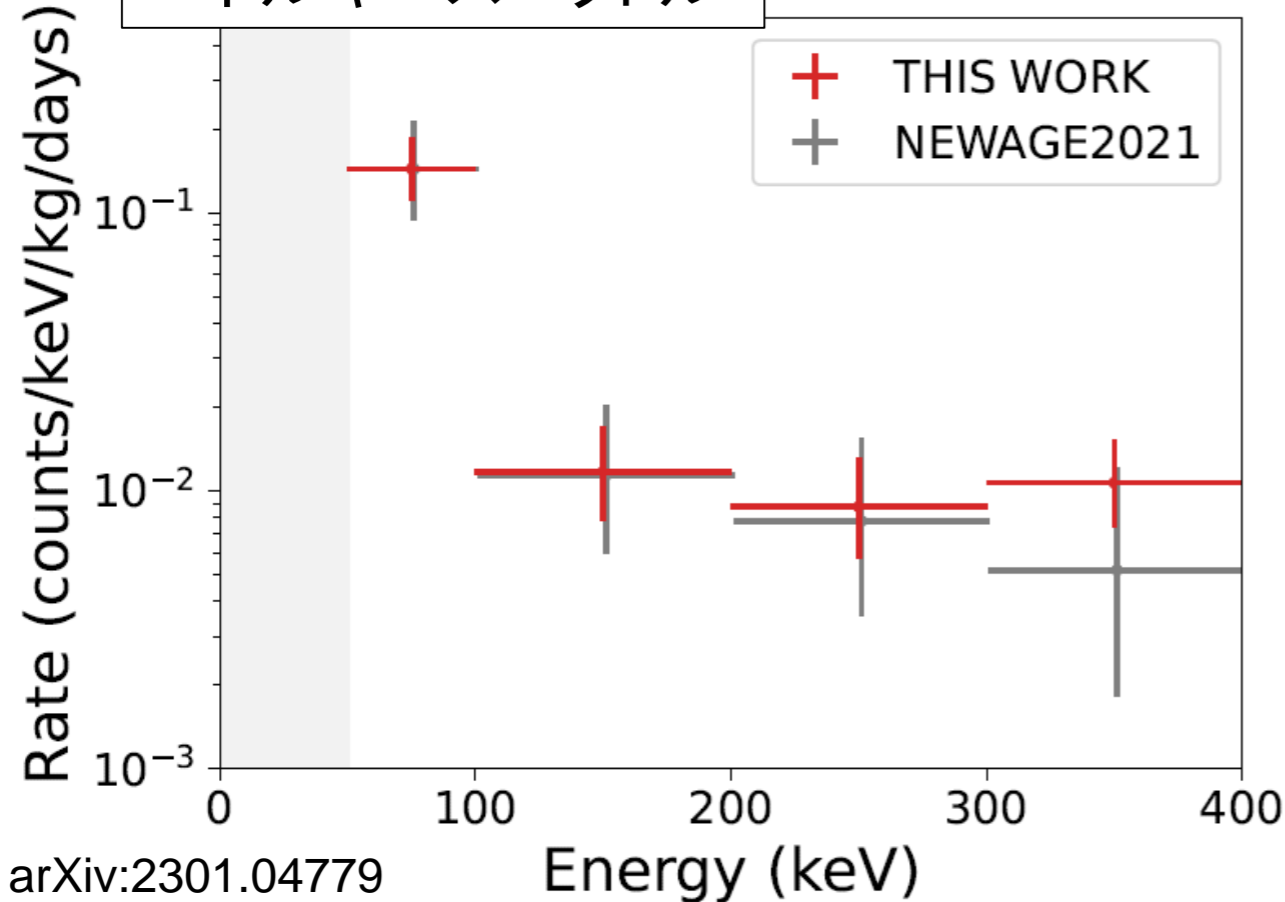
GEM
- $31 \times 32 \text{ cm}^2$
- 8-segmented
- hole pitch : $140 \mu\text{m}$
- hole diameter: $70 \mu\text{m}$
- insulator : LCP $100 \mu\text{m}$
- gain : ~ 5
- made by Scienergy, Japan

最新結果

arXiv:2301.04779

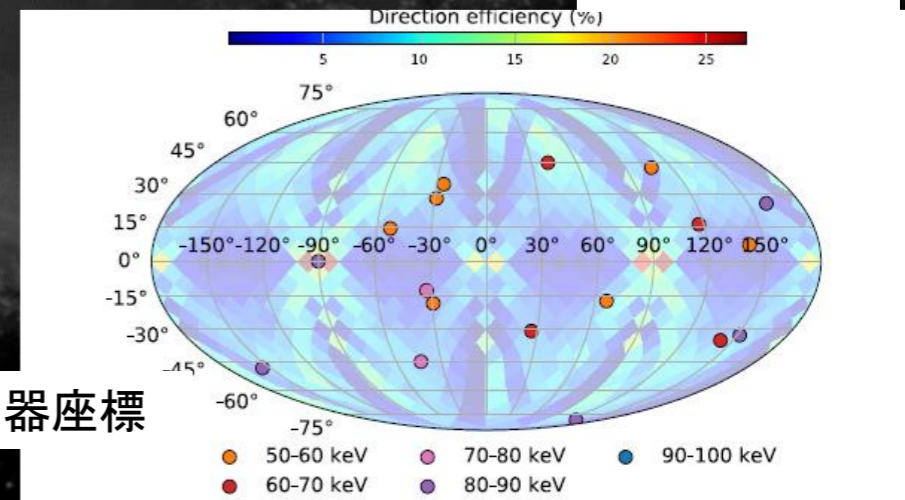
- statistics improvement : 108 days \rightarrow 318 days
- with head/tail analysis

エネルギースペクトル



arXiv:2301.04779

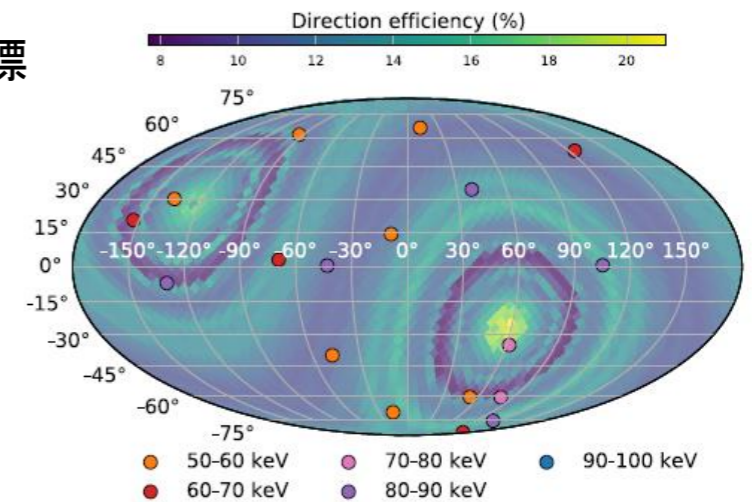
スカイマップ



検出器座標

(a) Nuclear-recoil directions in the detector coordinate

銀河座標

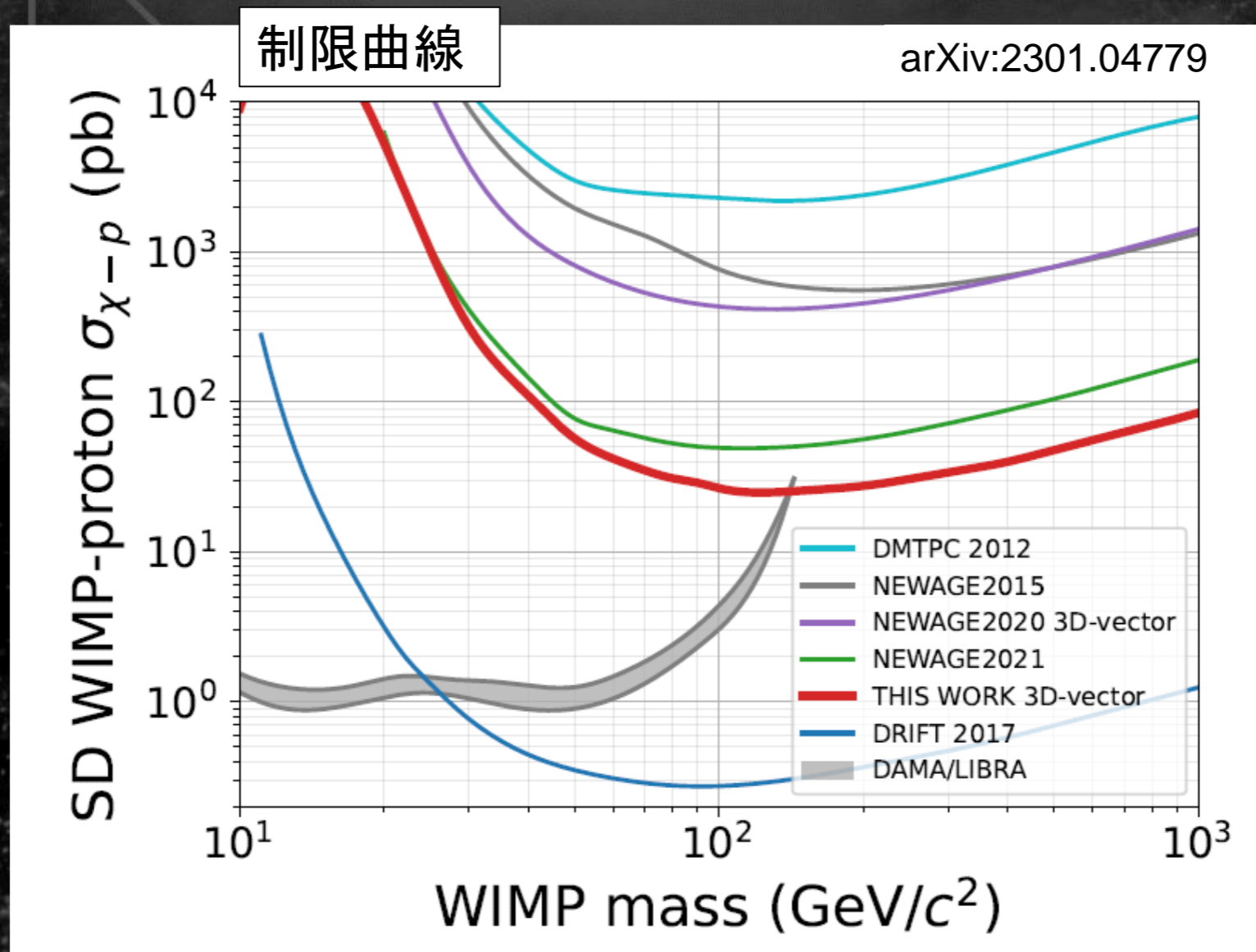


(b) Nuclear-recoil directions in galactic coordinate

arXiv:2301.04779

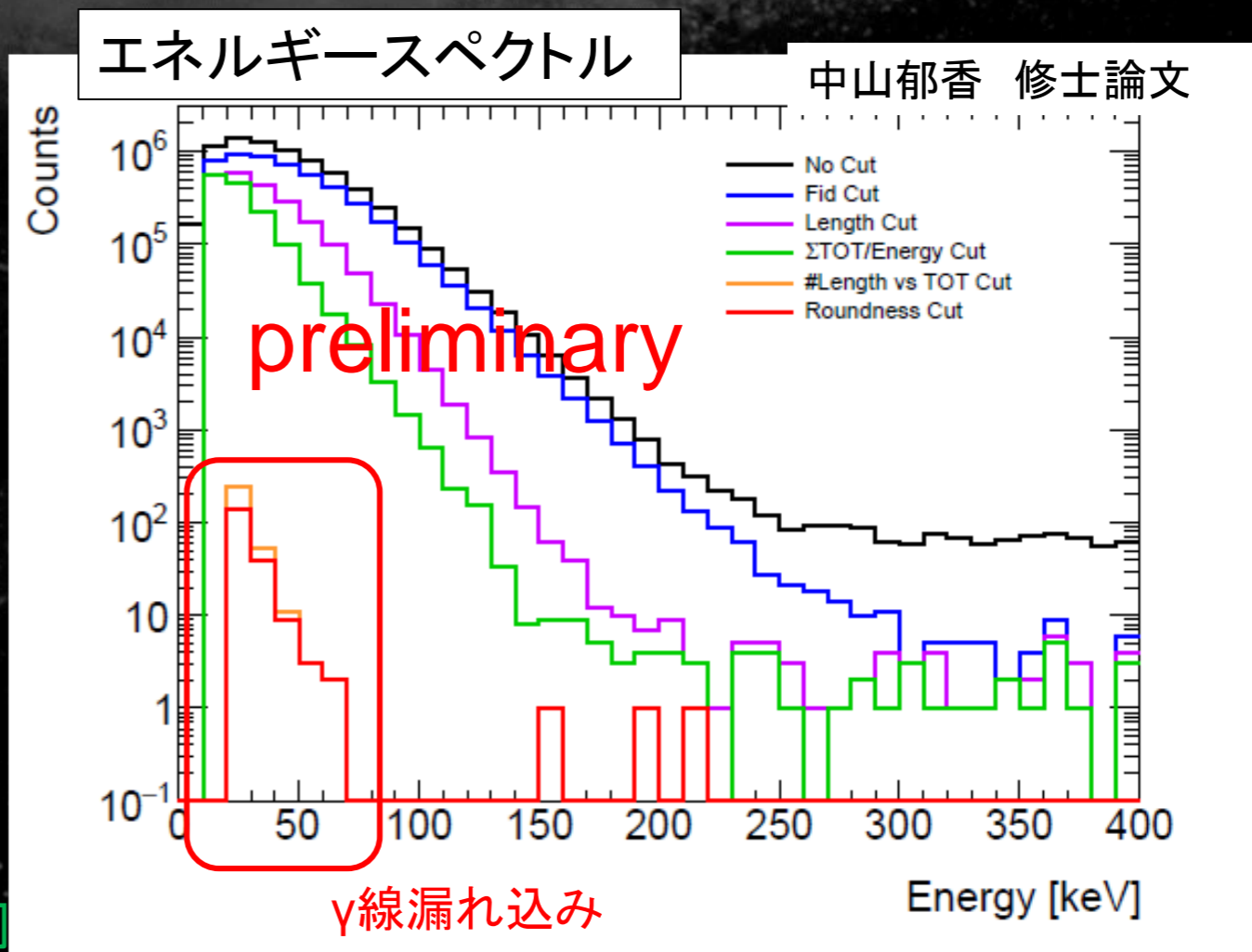
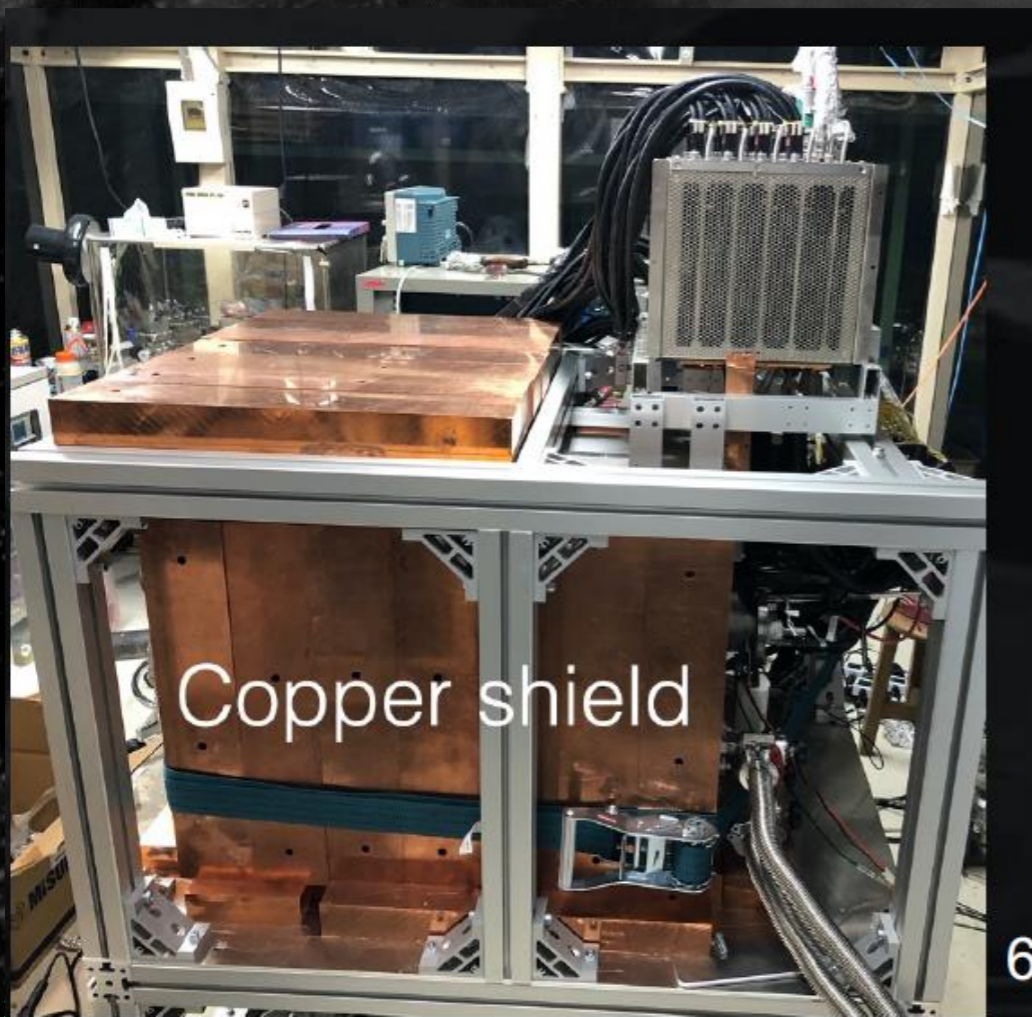
• 最新結果 (續)

- $\times 2$ improvement from NEWAGE 2021
- $\times 10$ improvement from NEWAGE2020 3D-vector analysis



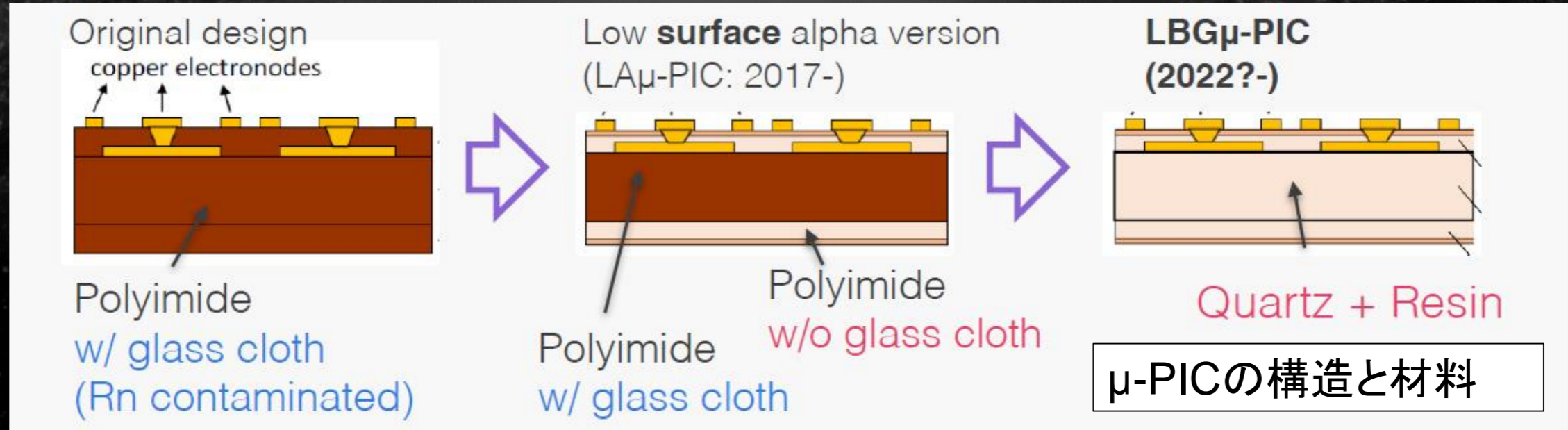
• 地下実験

- ガンマ線BG低減のために銅シールドを設置
- 低圧カガス（50Torr（以前は76Torr））高ガスゲインでの測定
- 2022年約200日のデータ取得
⇒ 低エネルギーでのガンマ線の漏れ込み：カットの改良中

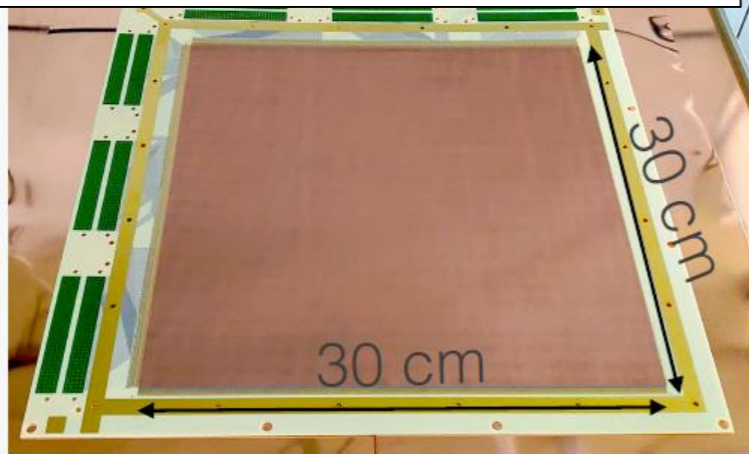


• 低BG化

- 低BG μ -PIC製作中 (2023年3月完成予定)



2020年製作の低BG 試作機



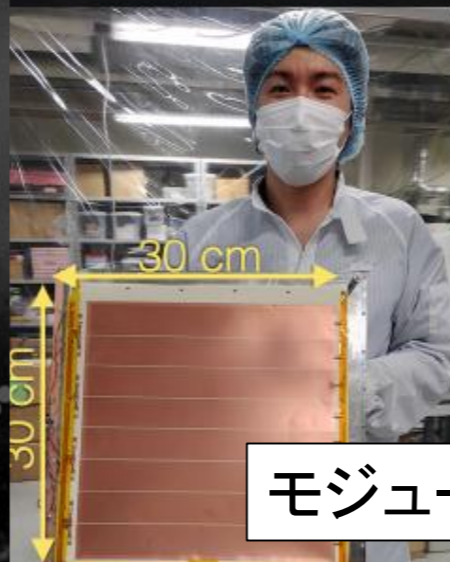
- 試作機 (同じ材料) によるラドン放出測定
 - 現行 μ -PIC: 2.3 ± 0.5
 - 低 BG μ -PIC: < 0.17 (mBq/ μ -PIC)

• 大型化：CYGNUS-KM/NEWAGE-1.0 (C/N-1.0)

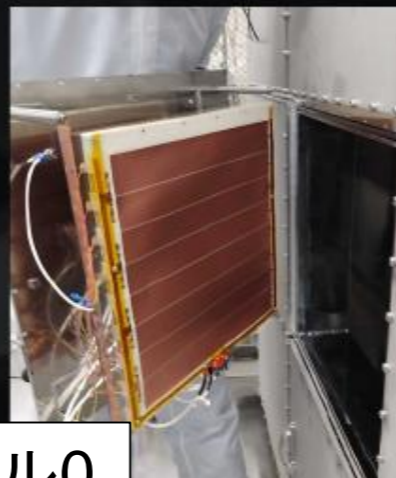
• コミッショニング中 本年地下へ



C/N-1.0



モジュール0



UKモジュール



底面ポリエチレンシールド



UKモジュール

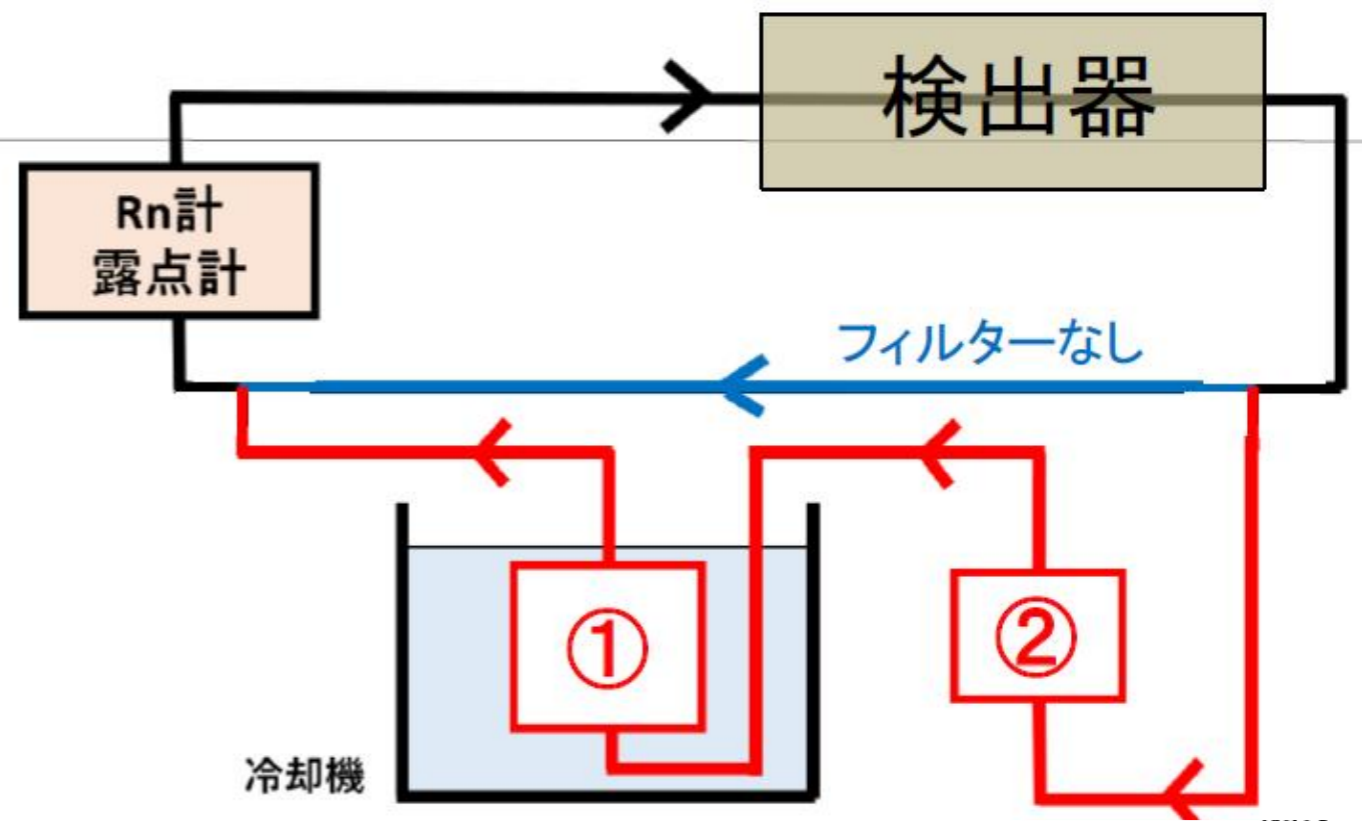
ガス不純物フィルター

- 低BGゼオライト – 100 g : ①
- 日本大学・小川さんが開発 2021年製造
- Arガスに関しては冷却時²²²Rnを90%以上除去
- 5Å(H₂O, Rnともに吸着)の格子構造

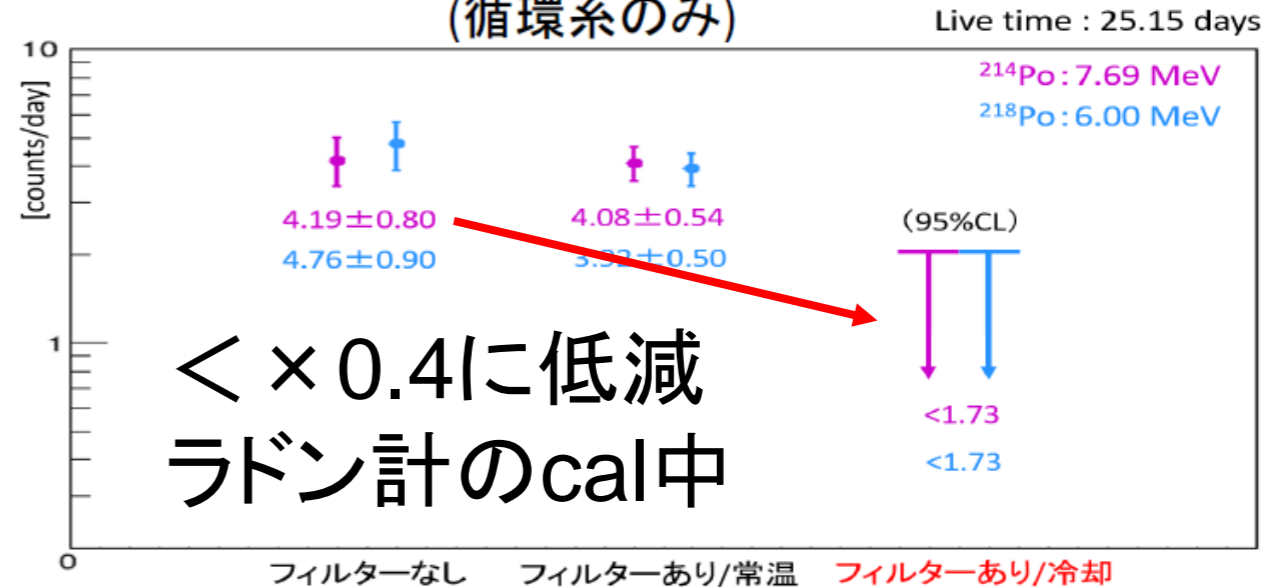
➤ ゼオラム – 0(10²) g : ②

- 3Å(H₂Oのみ吸着)の格子構造
- 1.40~2.36 mmの粒

水は要請値以下に低減



フィルターによる²²²Rn検出量の変化
(循環系のみ)



• その他：宇宙線で加速されるDM探索計算

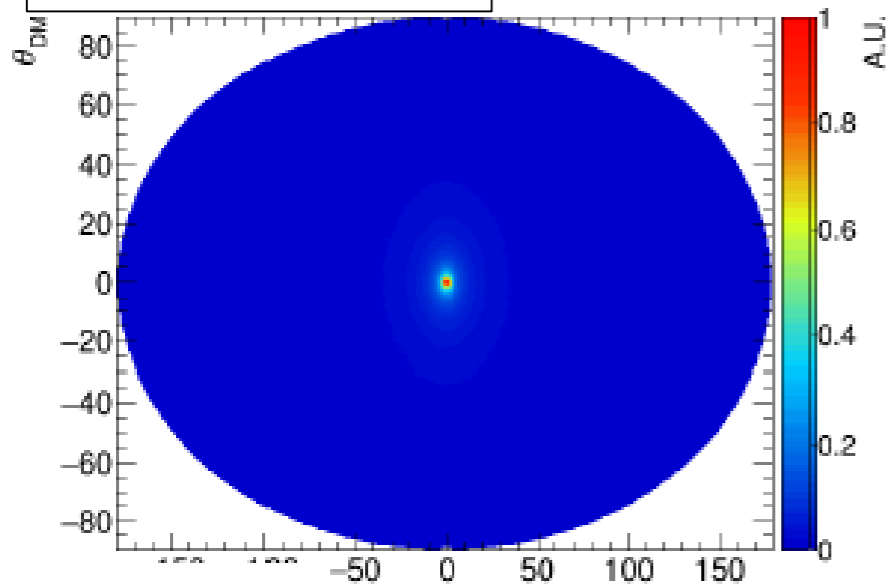
arXiv:2211.13399

- 軽い (keV~MeV) DM
- 例えば銀河中心で陽子によって加速

Directional direct detection of light dark matter up-scattered by cosmic-rays from direction of the Galactic center

Keiko I. Nagao^{a,1} Satoshi Higashino^{b,2} Tatsuhiro Naka^{c,3} Kentaro Miuchi^{c,4}

DM到来方向
(銀河座標系)

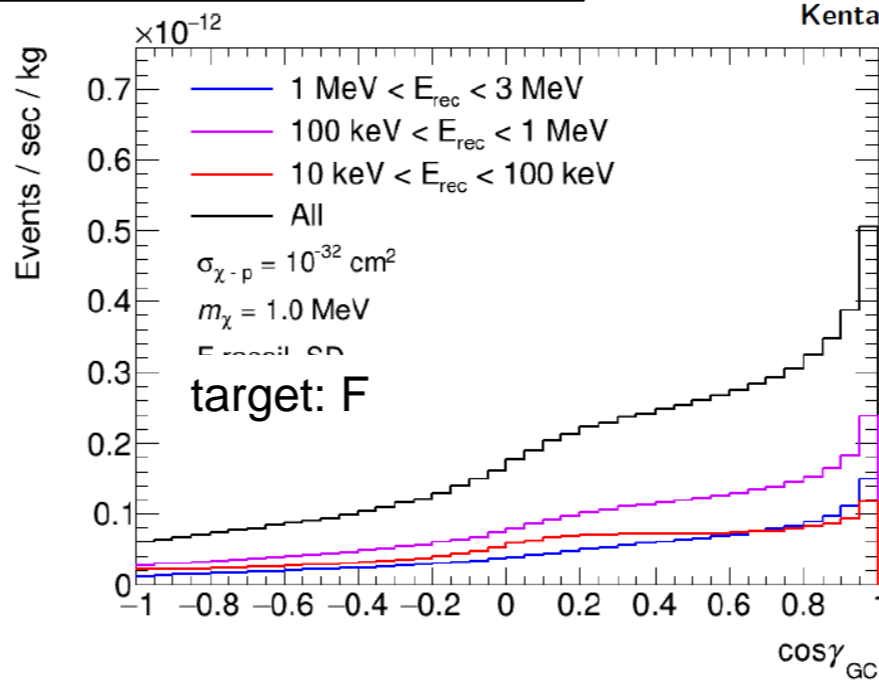


target: F
DM 1MeV

arXiv:2211.13399

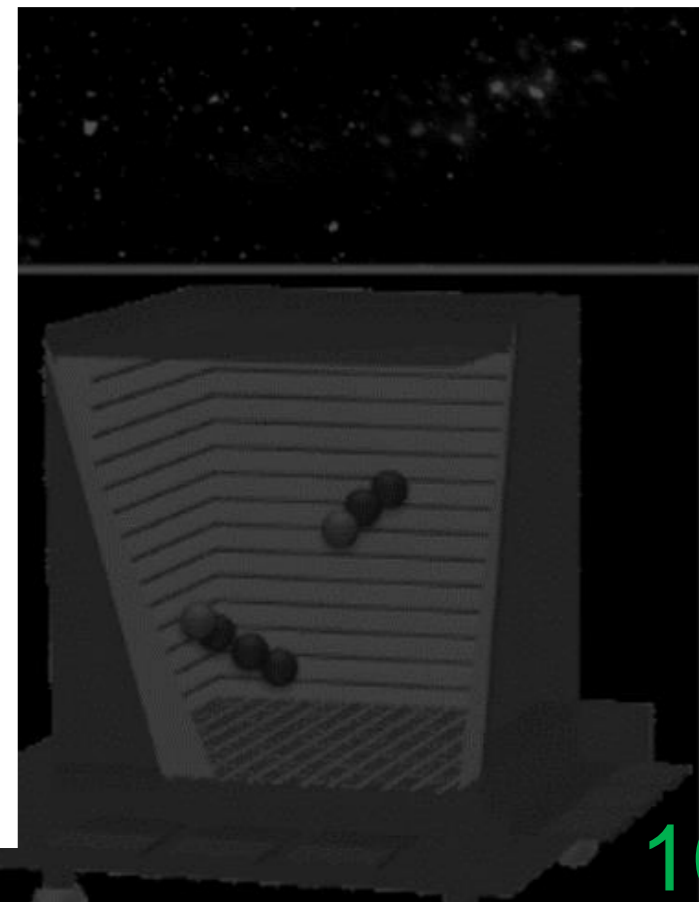
NFW

反跳原子核方向
(銀河中心に対して)



arXiv:2211.13399

NFW, $m_\chi = 1 \text{ MeV}$



• まとめ

- 地下測定：方向解析結果 論文submit
- 地下測定：銅シールド付きデータ取得/解析中
- 大型ガスTPC：コミッショニング中

