

# ガス飛跡検出器による暗黒物質探索実験

発表 東野聡 (神戸大理)

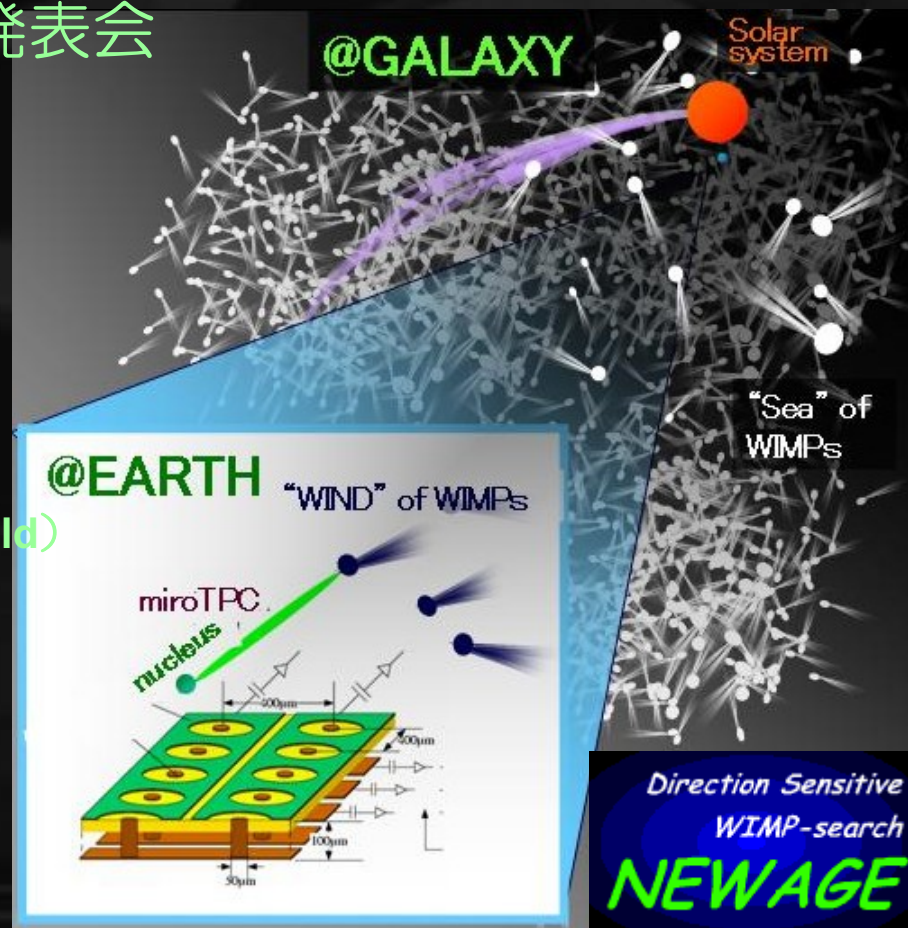
代表 身内賢太郎 (神戸大理)

令和2年度東京大学宇宙線研究所  
共同利用発表会

竹内康雄 石浦宏尚 水越慧太  
島田拓弥 窪田諒 (神戸大)  
寄田浩平 田中雅士 木村真人  
青山一天 小津龍吉 (早稲田大)  
Neil Spooner Warren A Lynch  
Callum Eldridge  
Robert Renz M Gregorio (University of Sheffield)

## 実験概要

## 2020年研究報告



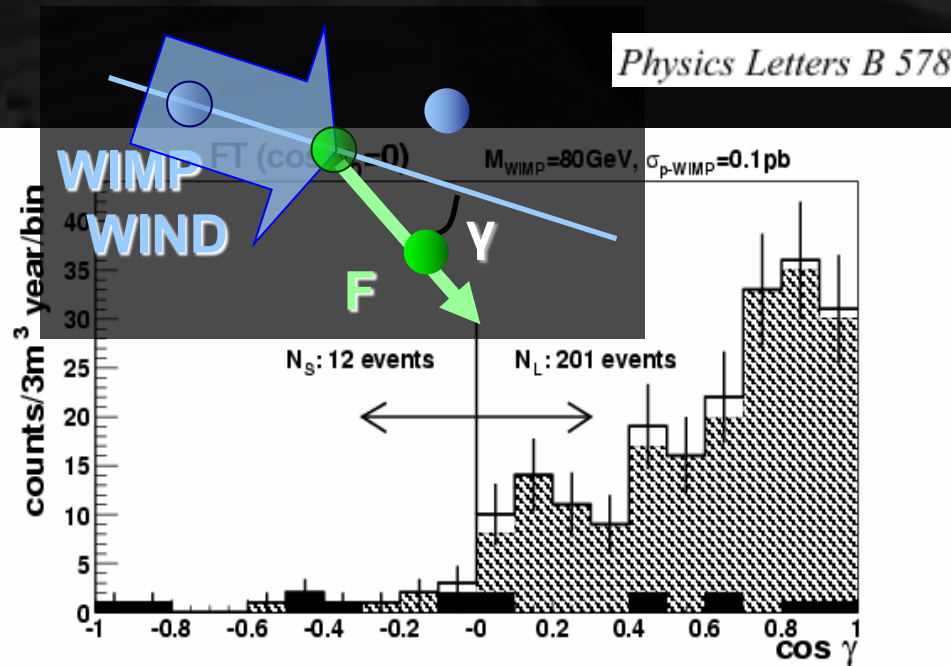
# 1. NEWAGE 実験概要

◆ **Goal: 暗黒物質の風を検出**

- 低圧力 ( $\text{CF}_4$  0.05 気圧) ・ 大質量 ( $1\text{m}^3 \times N$ )

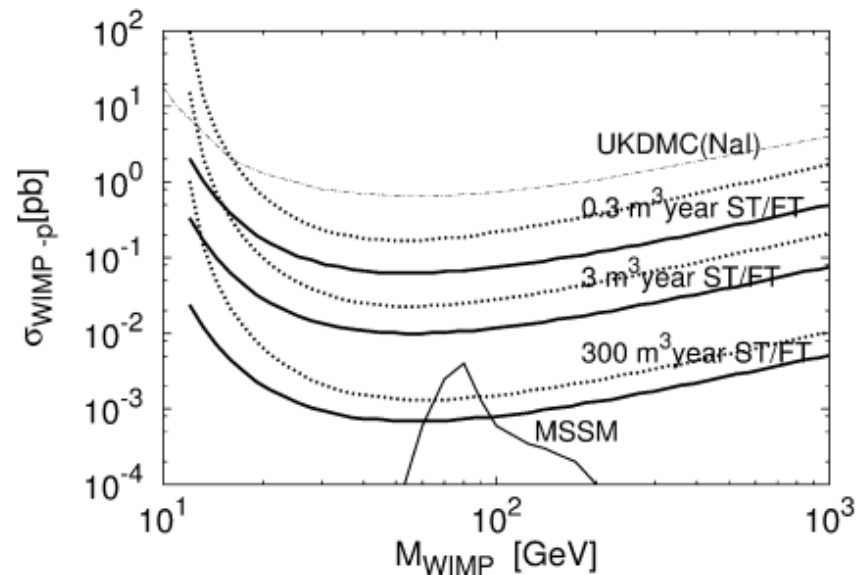
◆ **現状:**

- $\text{CF}_4$  0.1 気圧 ・ 30cm角



反跳非対称の検出感度

SD  $3\sigma$  detection sensitivities



## 2. 研究費

- ◆ 共同研究予算：25万円(旅費)配分
  - 22万円執行済（残額は3月に出張予定）

## 3. 2020年研究報告

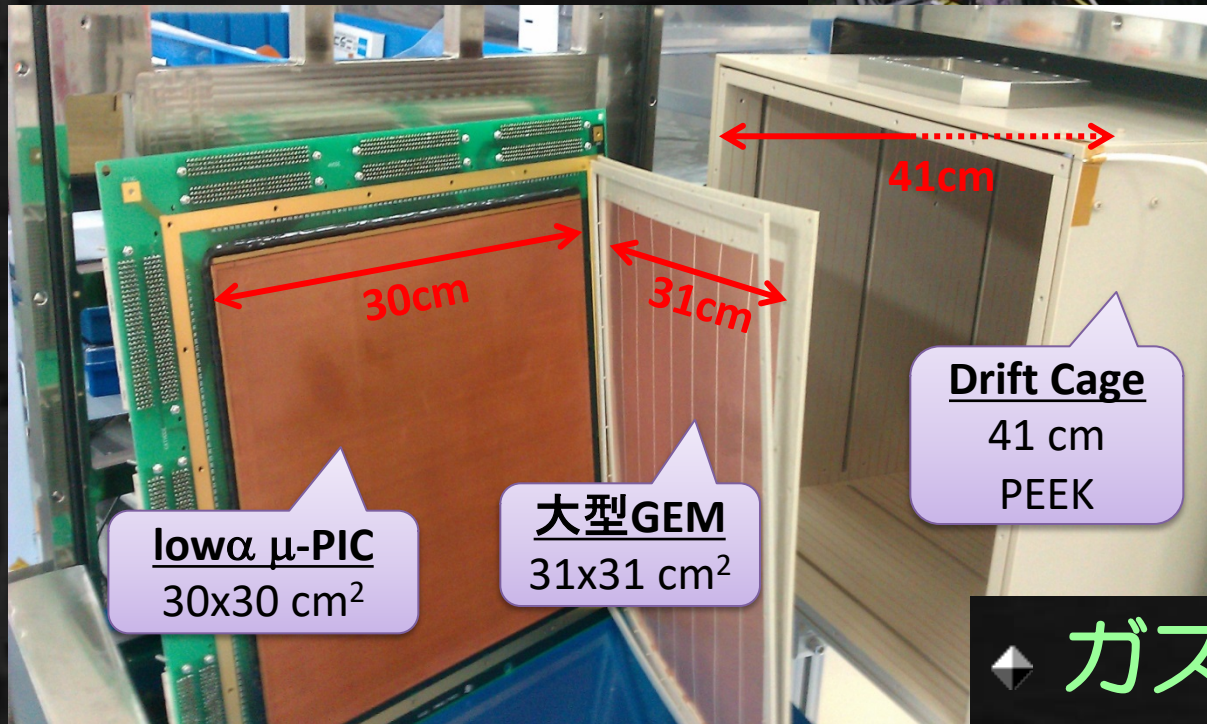
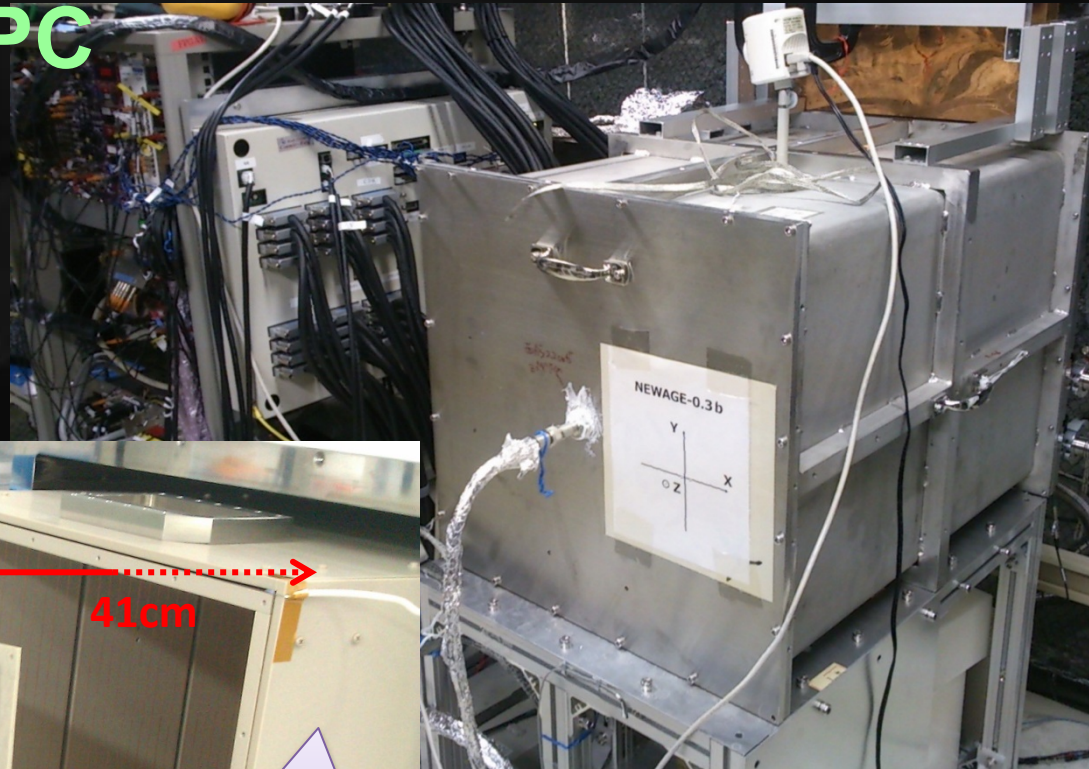
- ◆ 高感度化（PTEP(2015) 043F01s以降）
  - ◆ 低 $\alpha$   $\mu$ -PICを用いたDM run
- ◆ 地下中性子の測定（w/ 早稲田グループ）
  - ◆ 地下中性子の測定

# ◆ $\mu$ PIC、マイクロTPC

“NEWAGE-0.3b”

0.1気圧  $\text{CF}_4$

low  $\alpha$   $\mu$ -PIC (2017-)



## ◆ ガス検出器の特徴

- 原子核の飛跡検出 (3次元)
- ガンマ線バックグラウンド排除

# Low- $\alpha$ $\mu$ -PIC (LA- $\mu$ PIC)

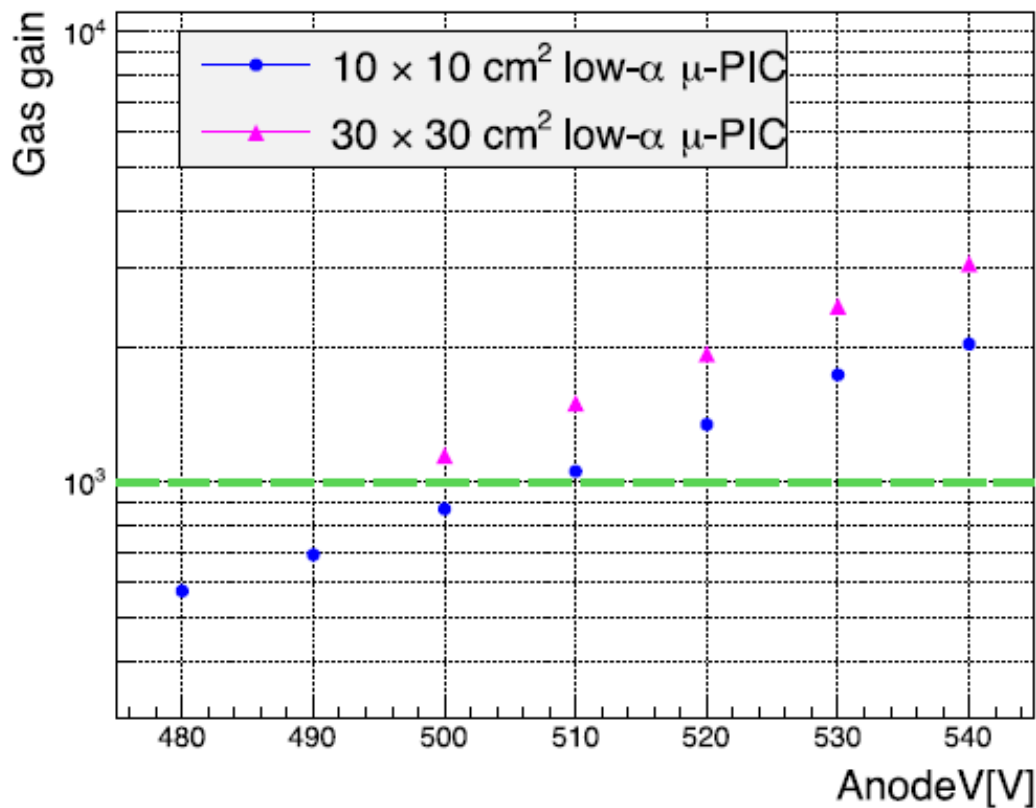
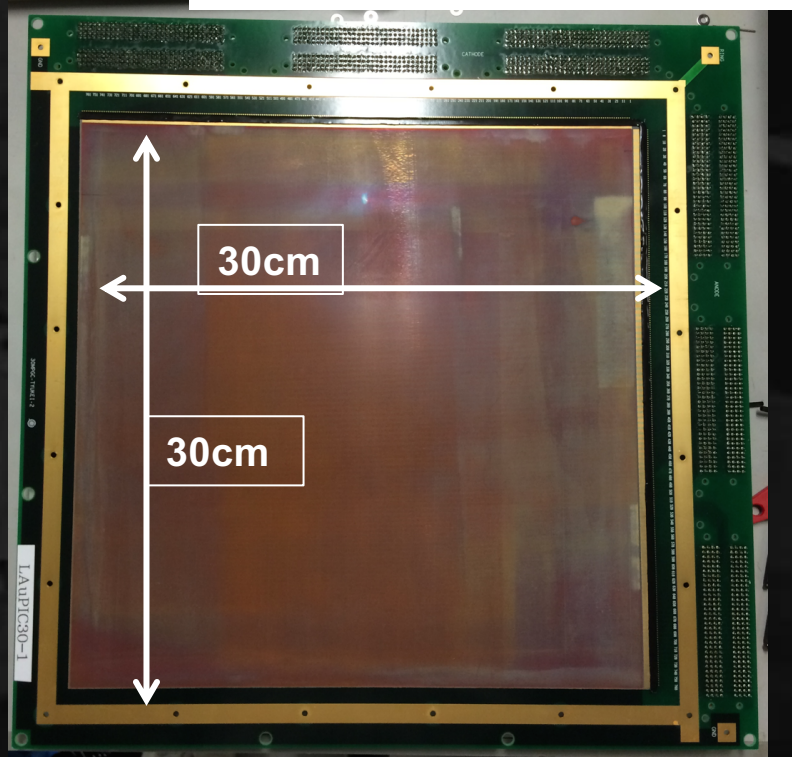
- 30cm角 $\mu$ -PIC
- 低BG素材を使用
- 十分なゲイン確認

published  
NIM A 977(2020) 164285

Table 3

$^{238}\text{U}$  and  $^{232}\text{Th}$  measurement results using the HPGe detector. The uncertainties listed are statistical errors. The upper limits are 90% confidence level.

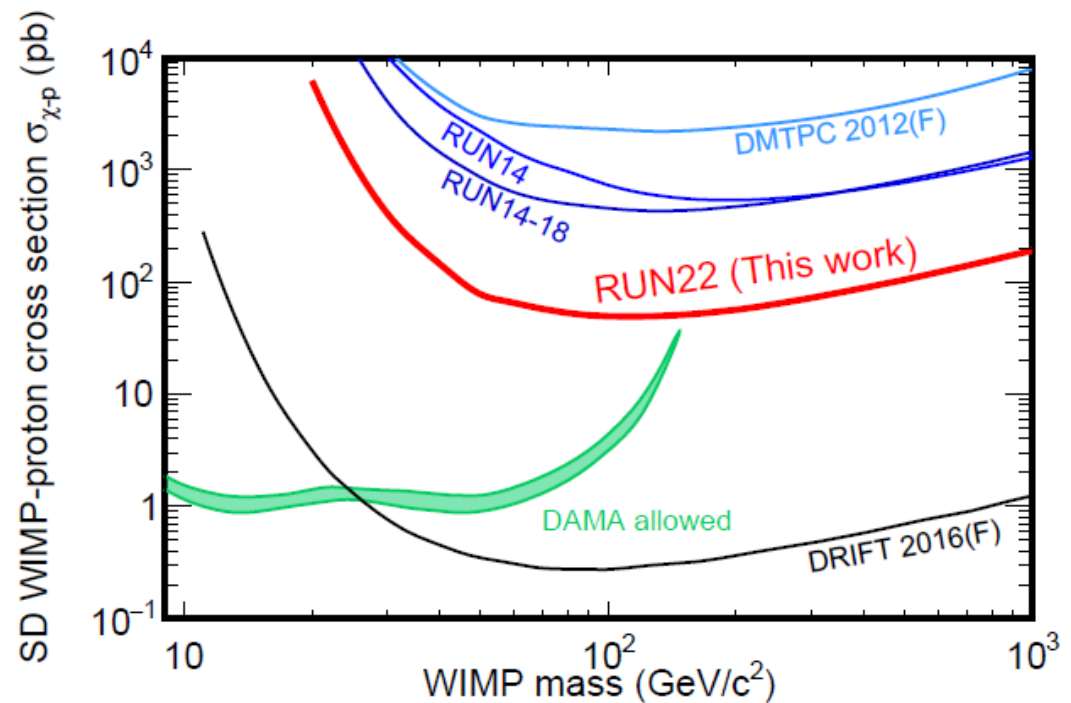
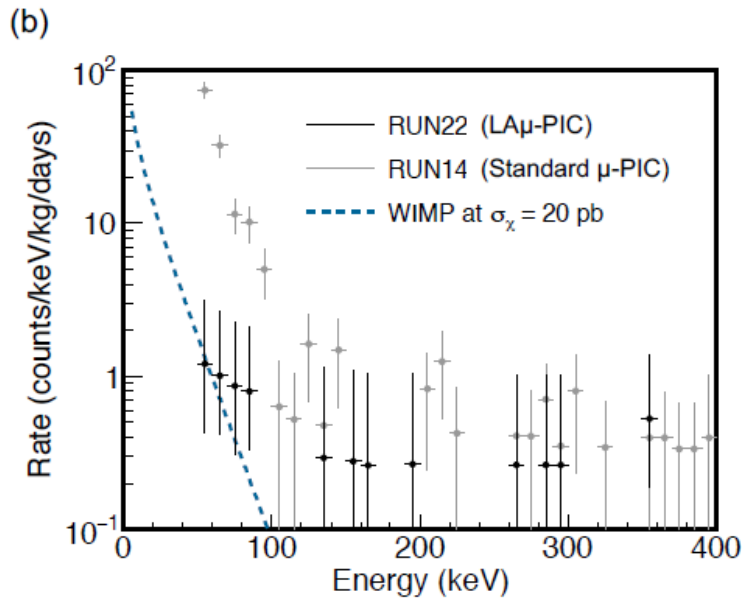
Sample	$^{238}\text{U}$ upper stream [ $10^{-6}$ g/g]	$^{238}\text{U}$ middle stream [ $10^{-6}$ g/g]	$^{232}\text{Th}$ [ $10^{-6}$ g/g]
PI(w/GC) 100 $\mu\text{m}$	$0.38 \pm 0.01$	$0.39 \pm 0.01$	$1.81 \pm 0.04$
PI(w/o GC)+epoxy	$< 2.86 \times 10^{-2}$	$< 2.98 \times 10^{-3}$	$< 6.77 \times 10^{-3}$



# Underground run with LA $\mu$ -PIC

- 2018年6月～ DM run
- BG低下  
→ 約 15倍の制限向上

submitted  
arXiv 2101.09921



# ◆ 低閾値化へ

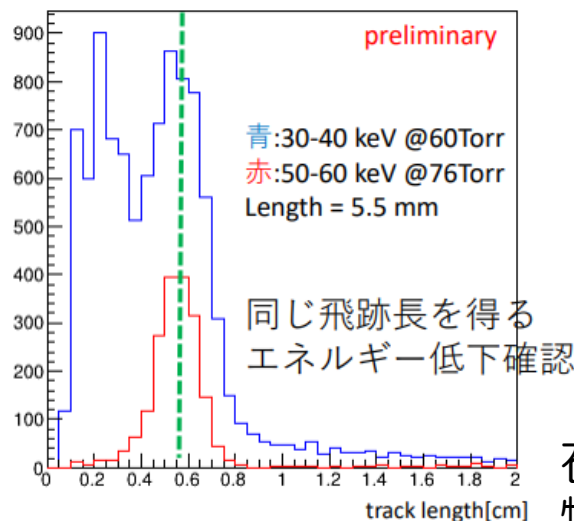
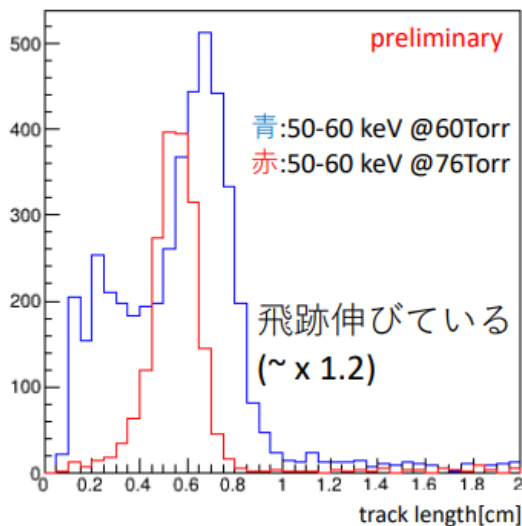
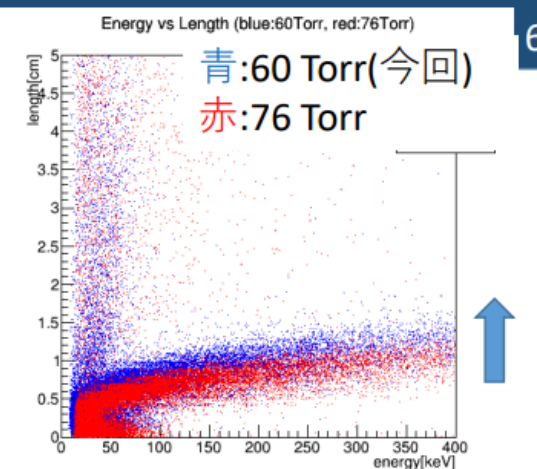
- 低圧力ガス試験 (76Torr→60Torr)
- 2020年9月-

## Pilot Run – 検出器動作確認

▶ 252Cf 中性子線源照射 時  
原子核反跳飛跡の伸びを確認(右図)

▶ 同一エネルギー (下左)/同一飛跡長(下右) 比較

エネルギー閾値 30 keVが実現可能



# ◆ 低BGへ：ラドン除去用 モリキュラーシユープ(MS)開発

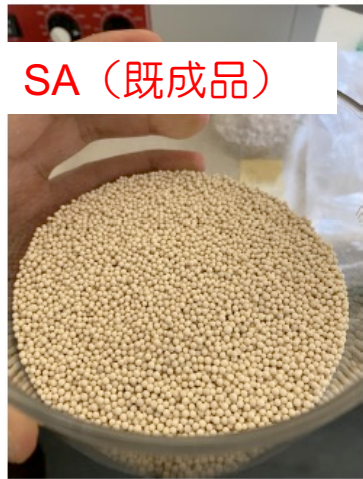
● with 日大、シェフィールド大

submitted

● 重要な開発要素：MS自体の低BG化 arXiv:2011.06994



NU (日大製)



SA (既成品)

Table 1. Results of the MS intrinsic radon emanation test.

Molecular Sieve	$^{222}\text{Rn}$ Emanated (mBq)	Amount of MS Used (g)	$^{222}\text{Rn}$ Emanated per kg (mBq/kg)
NU-developed	$6.95 \pm 1.64$	70	$99 \pm 23$
Sigma-Aldrich	$45.2 \pm 3.2$	86	$525 \pm 37$

既製品：良く吸う（形状効果）がよく出す

Table 2. Results of the radon filtration test.

Molecular Sieve	Rn Captured (Bq)	Amount of MS Used (g)	$^{222}\text{Rn}$ Captured per kg ( $\text{Bq kg}^{-1}$ )
NU-developed	$2.39 \pm 0.10$	68	$35 \pm 2$
Sigma-Aldrich	$9.67 \pm 0.12$	100	$97 \pm 1$

比として改善

Molecular Sieve	$^{222}\text{Rn}$ Emanated per $^{222}\text{Rn}$ captured ( $\times 10^{-3}$ )
NU-developed	$2.8 \pm 0.7$
Sigma-Aldrich	$5.4 \pm 0.4$

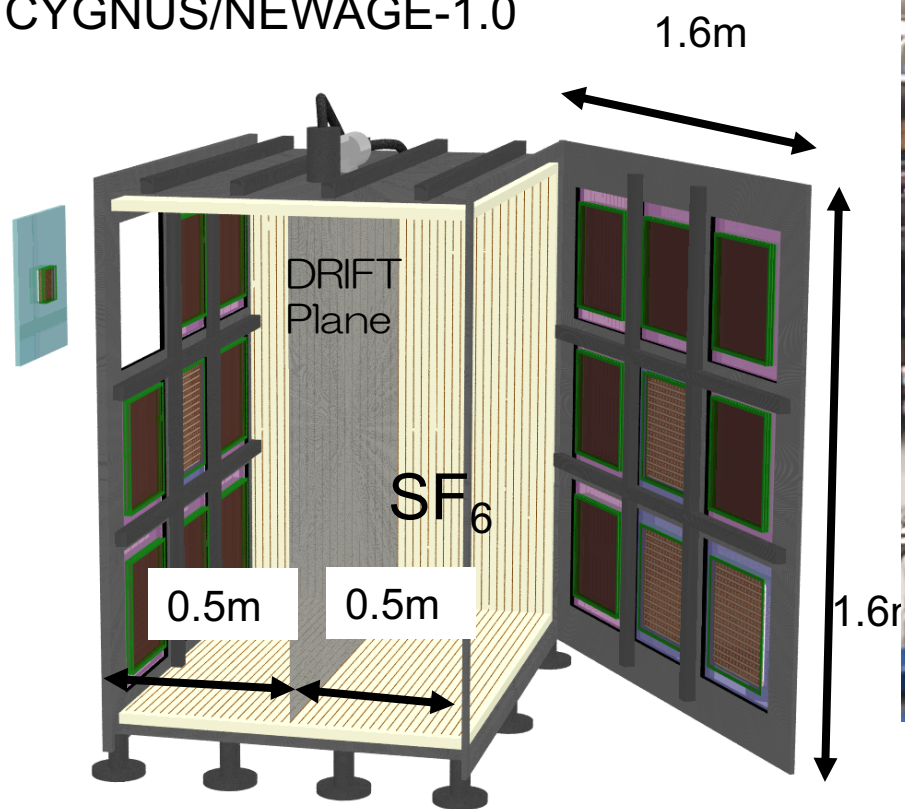
改良版を製作準備中



## ◆ 大型化へ

- チェンバー準備 OK
- TPC製作中 ⇒ FY2021地下にインストール予定
- 読出し部を 順次増加

CYGNUS/NEWAGE-1.0



Mar 2017



Mar 2018

Direction Sensitive  
WIMP-search

**NEWAGE**

## ◆ その他の publication

- 陰イオンガスTPC開発  
JINST (2020) P07015
- 陰イオンガス用IC開発  
JINST (2020) T09009
- head/tail付飛跡情報を用いた DM探索結果  
PTEP(2020) ptaa147
- ガス検出器によるミグダル効果検出検討  
PTEP, ptaa162
- CYGNUS feasibility study  
2008.12587

# まとめ

## ◆ 高感度化へ

- 低 $\alpha$   $\mu$ -PIC完成 地下測定順調
- z方向のイベントカット原理実証
- 感度向上に向けた大型化準備中