

ガス飛跡検出器による暗黒物質探索実験

代表 身内賢太郎 (神戸大理)

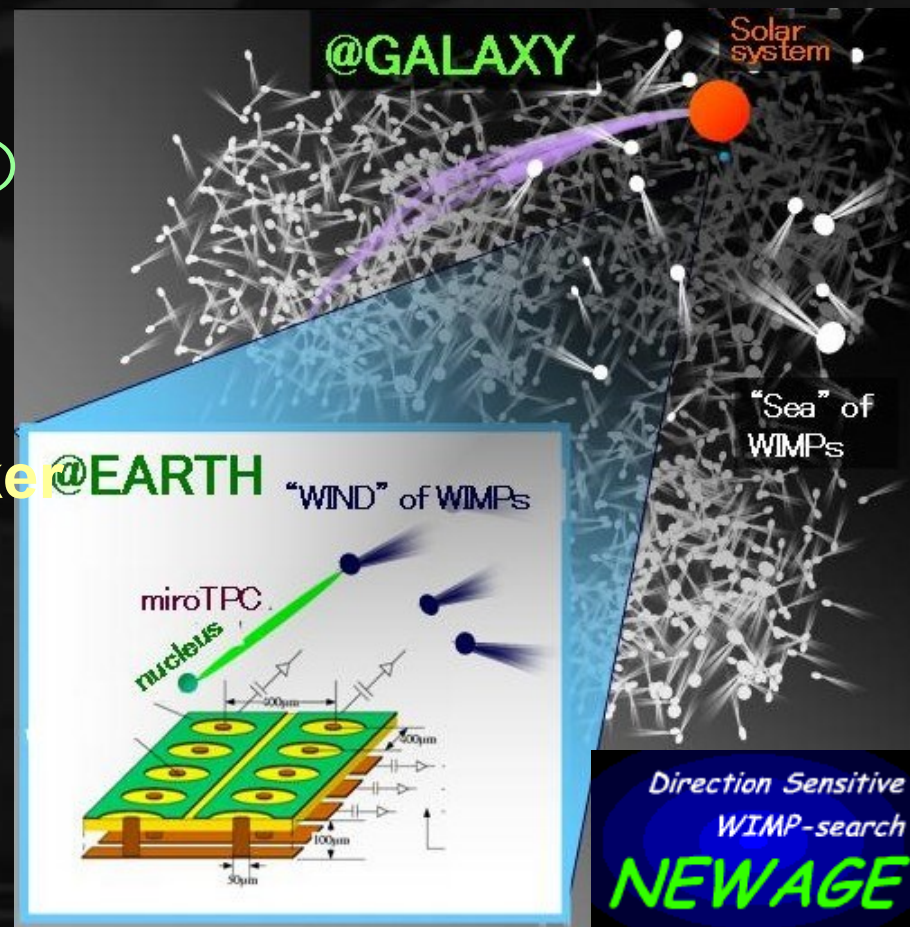
平成29年度東京大学宇宙線研究所
共同利用研究成果発表会

竹内康雄・矢ヶ部遼太・橋本隆・
池田智法・中澤美季・石浦宏尚 (神戸大)
寄田浩平・田中雅士・鷺見貴生・
木村真人・菊地崇矩・矢口徹磨・
飯島耕太郎 (早稲田)

(New generation WIMP search
with an advanced gaseous tracker
experiment)

実験概要

2017年研究報告



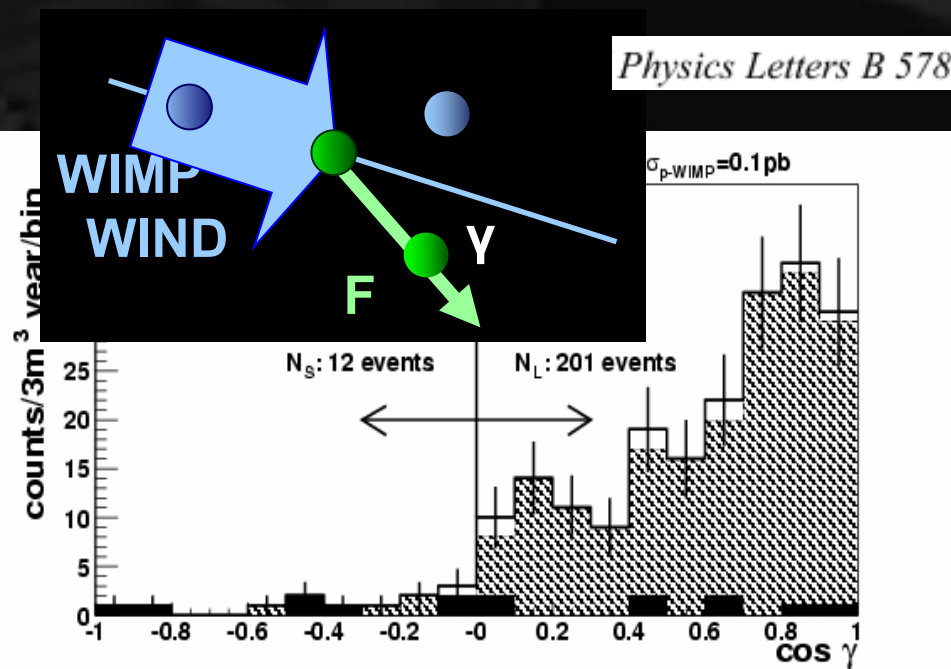
1. NEWAGE 実験概要

■ Goal: 暗黒物質の風を検出

■ 低圧力 (CF_4 0.05 気圧) ・ 大質量 ($1\text{m}^3 \times \text{N}$)

■ 現状:

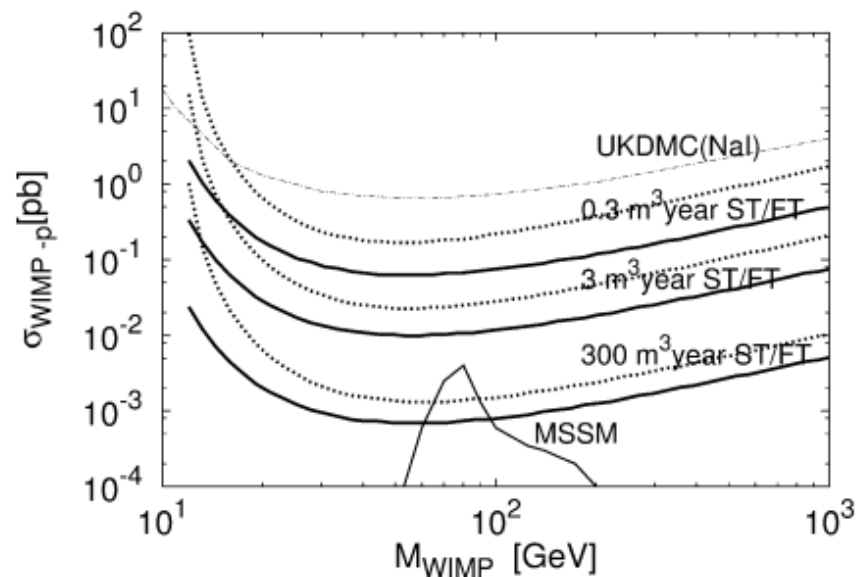
■ CF_4 0.1 気圧 ・ 30cm角



Physics Letters B 578 (2004) 241–246

反跳非対称の検出感度

SD 3σ detection sensitivities



2. 研究費

- 共同研究予算：25万円配分
(旅費15万+物品費10万)
 - これまでに旅費、物品費（ガス）でほぼ全額使用

3. 2017年研究報告

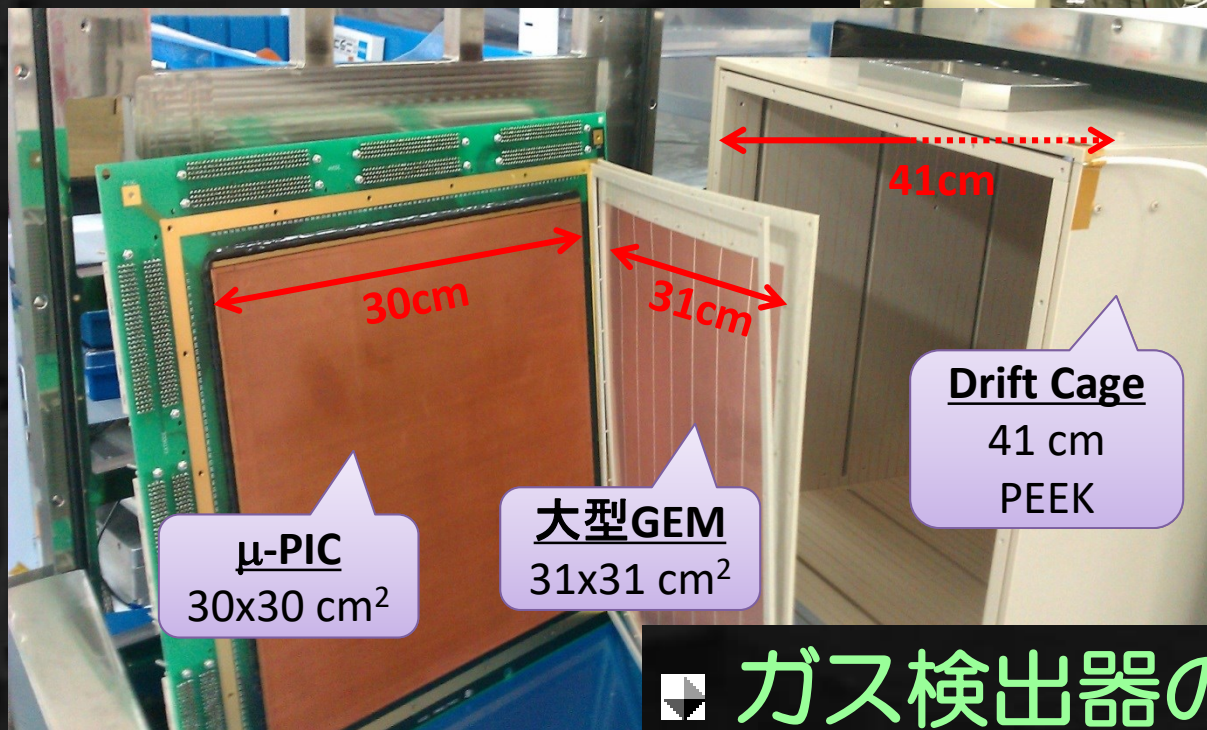
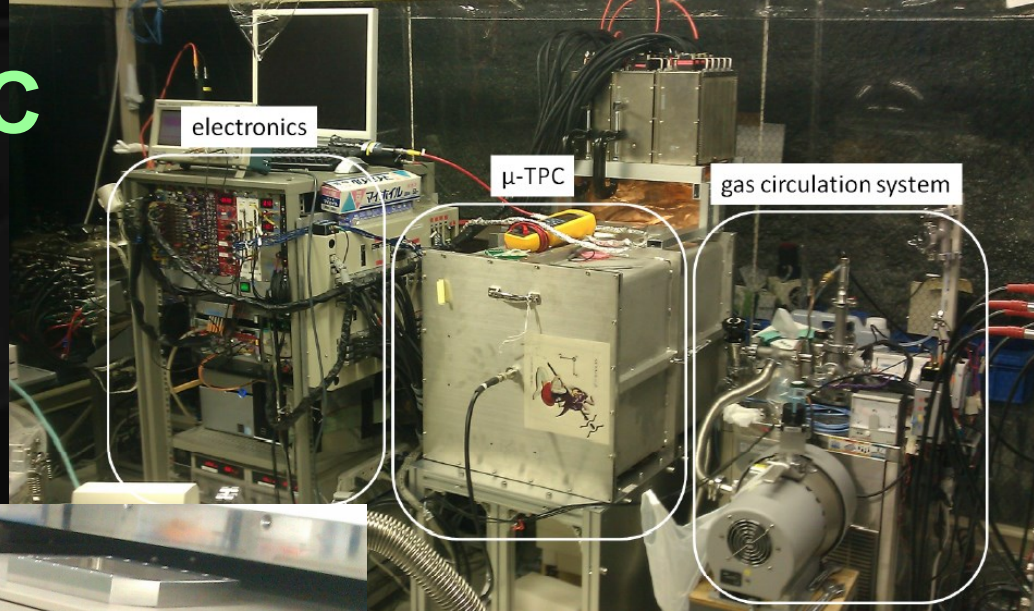
- 高感度化（PTEP(2015) 043F01s以降）
 - 調整を行いながら、地下測定を継続
 - バックグラウンド源の研究・高感度化
- 地下中性子の測定（w/ 早稲田グループ）
 - 地下中性子の測定

TPC

GEM($\times 10$)

■ μ PIC、マイクロTPC

“NEWAGE-0.3b”
(2013年3月~)
0.1気圧 CF_4

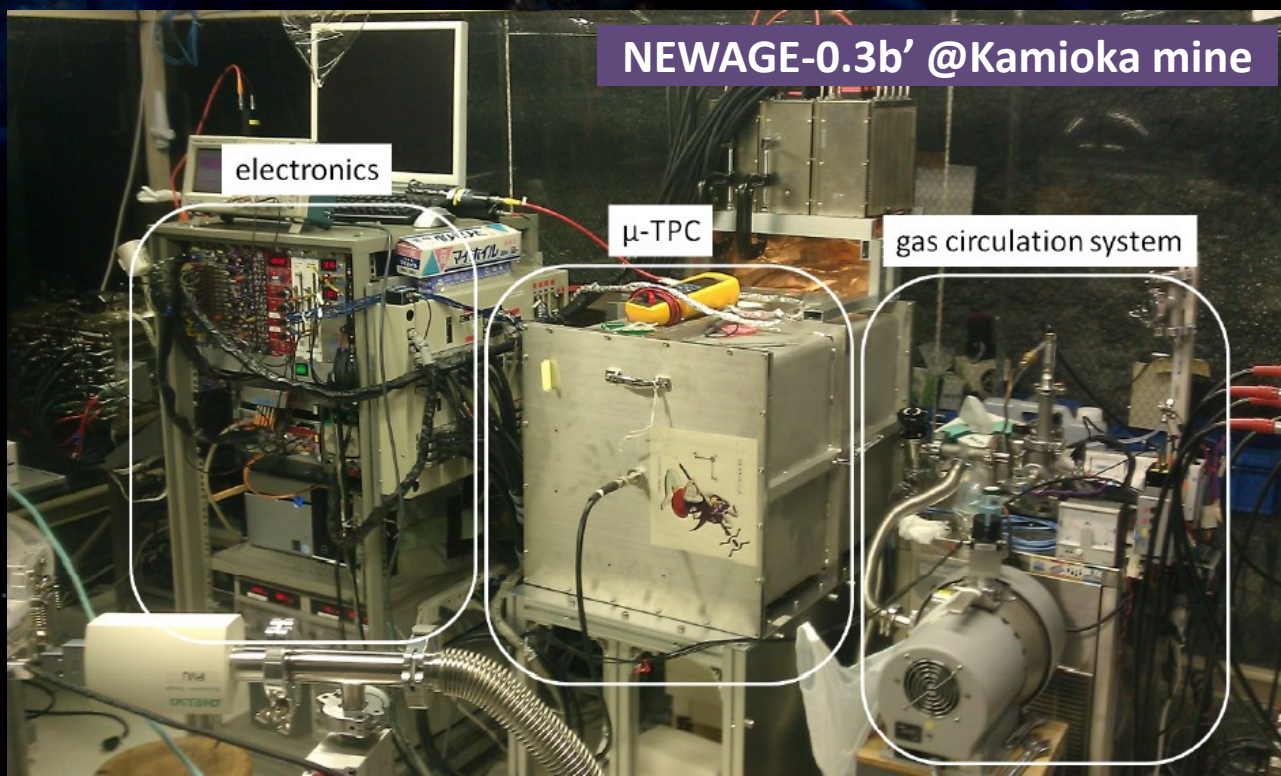


■ ガス検出器の特徴

- 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

NEWAGE-0.3b' detector

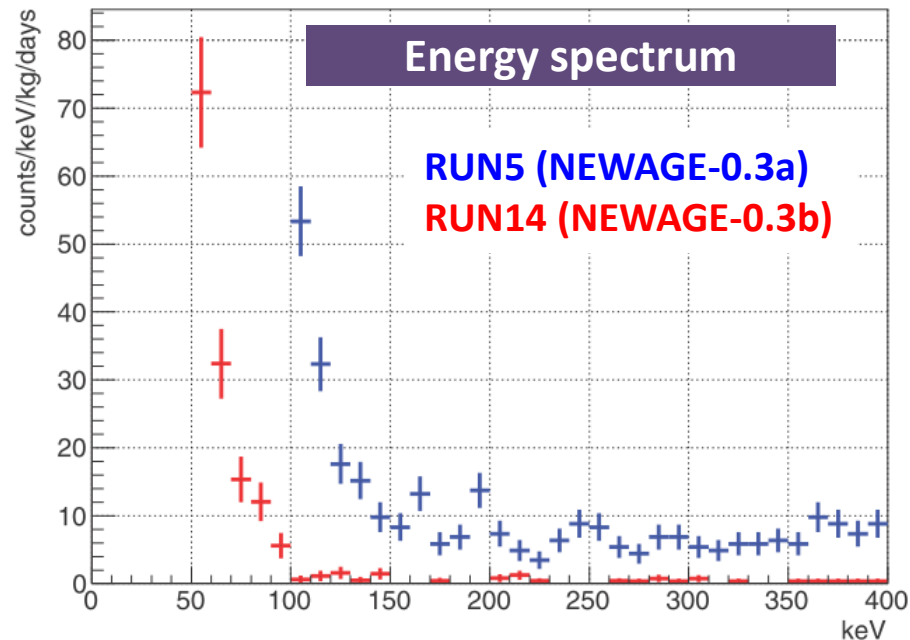
- Aim $> \times 10$ improvement from previous measurement (PLB2010)
 - Large size: $\sim \times 2$ ($23 \times 27 \times 31 \text{ cm}^3 \Rightarrow 30 \times 30 \times 41 \text{ cm}^3$)
 - Low pressure (low threshold): $0.2 \Rightarrow 0.1 \text{ atm}$ ($100 \Rightarrow 50 \text{ keV}$)
 - Upgrade tracking algorithm (DAQ upgrade)
 - Gas circulation system with cooled charcoal



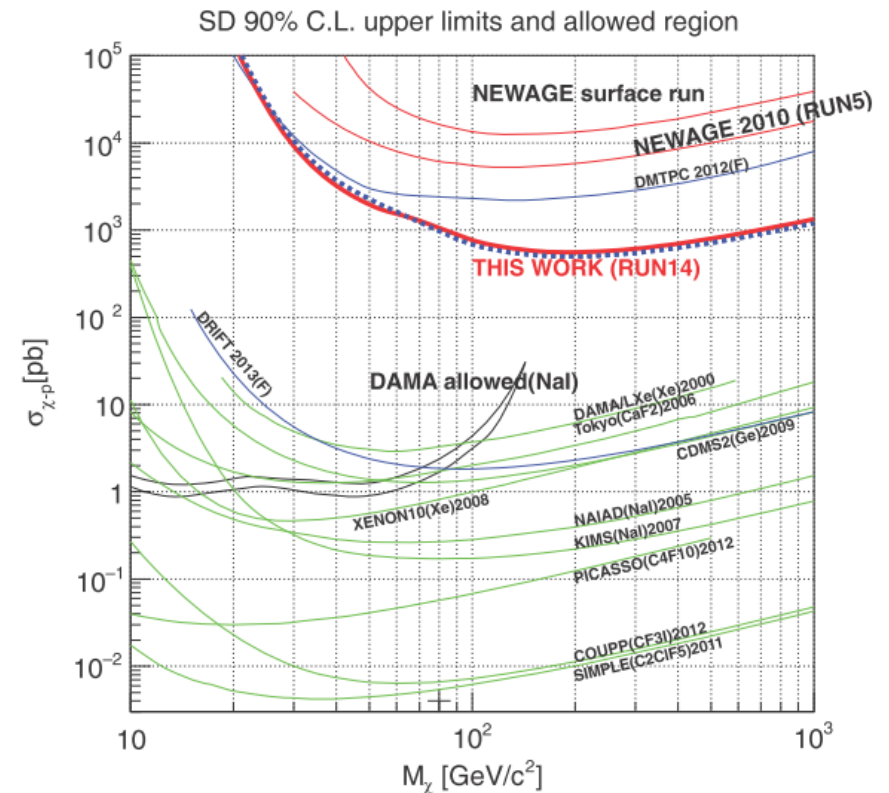
NEWAGE-0.3b' 地下測定: 神岡RUN14

RUN14諸元

- period : 2013/7/20-8/11, 10/19-11/12
- live time : 31.6 days
- fiducial volume : $28 \times 24 \times 41 \text{ cm}^3$
- mass : 10.36g
- exposure : 0.327 kg·days



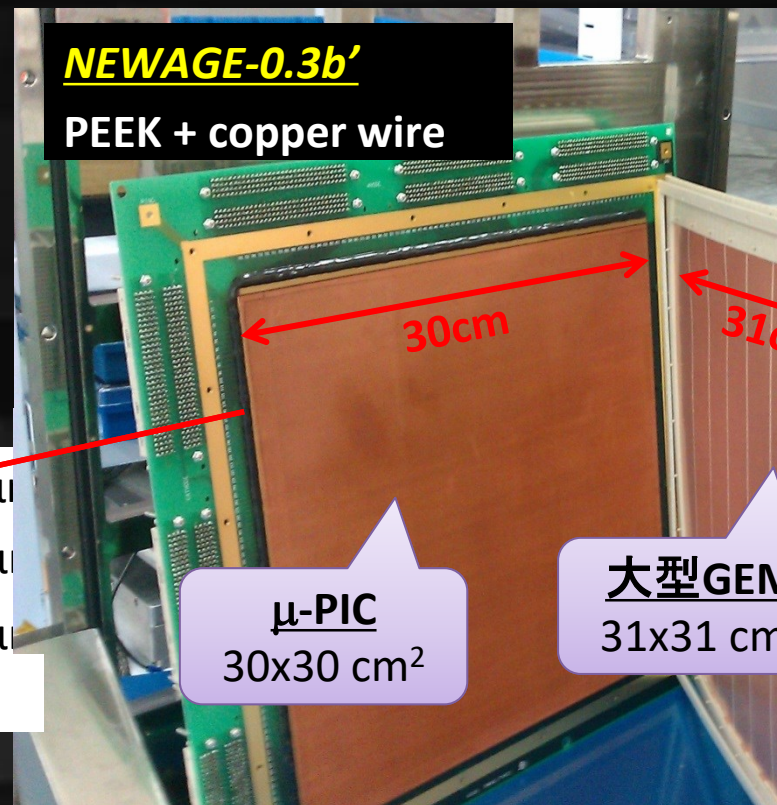
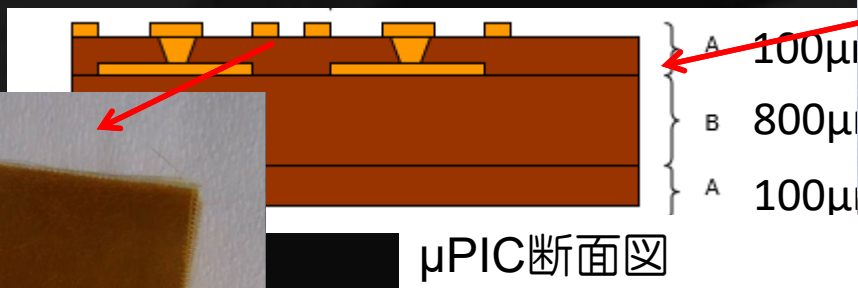
RUN14結果 (PTEP(2015) 043F01s)



red : gas, with directional analysis
blue : gas, without directional analysis
green : solid, liquid detector

■ 感度向上へ①

- 検出器の低BG化
- 主なBG源：uPIC材料のポリイミド中のガラスからのα線



	²³⁸ U[ppm]	²³² Th[ppm]	備考
PI100μm	0.39±0.01	1.81±0.04	現行のμ-PIC材料
ガラス無しPI	< 3×10 ⁻³	< 7×10 ⁻³	新材料 (地下HPGeで測定)

⇒新材料によるμPIC製作（10cm角・30cm角）

NEW

30cm角製作 (FY2016)、性能評価 (FY2017)

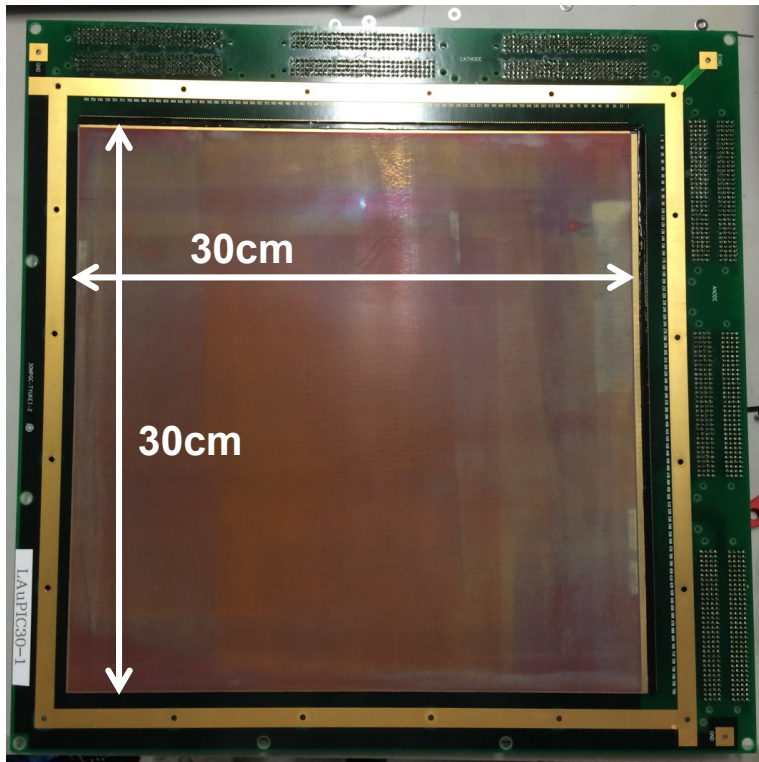
目標：同等の性能

評価中

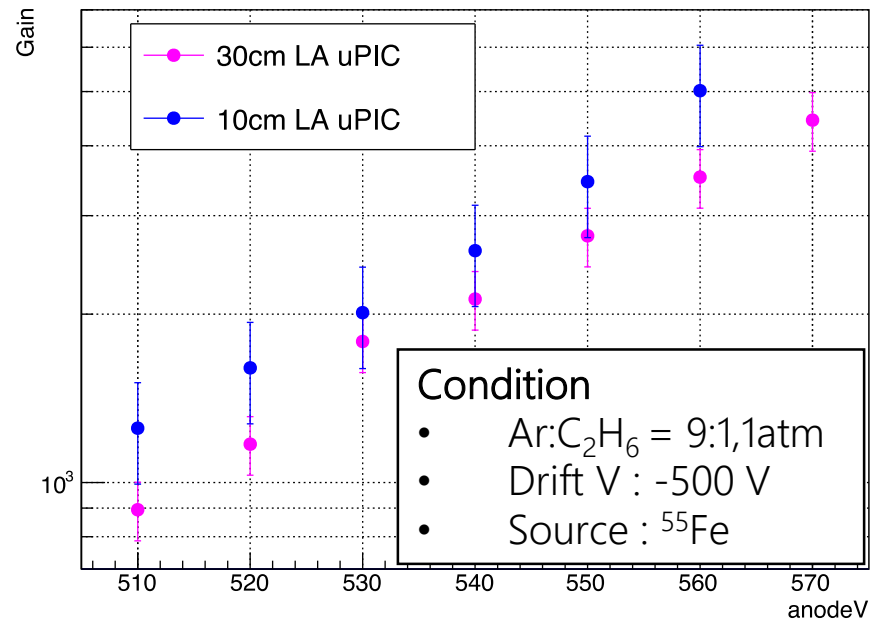
⇒

目標達成見込み

(論文クオリティーのデータ、議論を詰めている)



橋本隆 JPS2017年秋



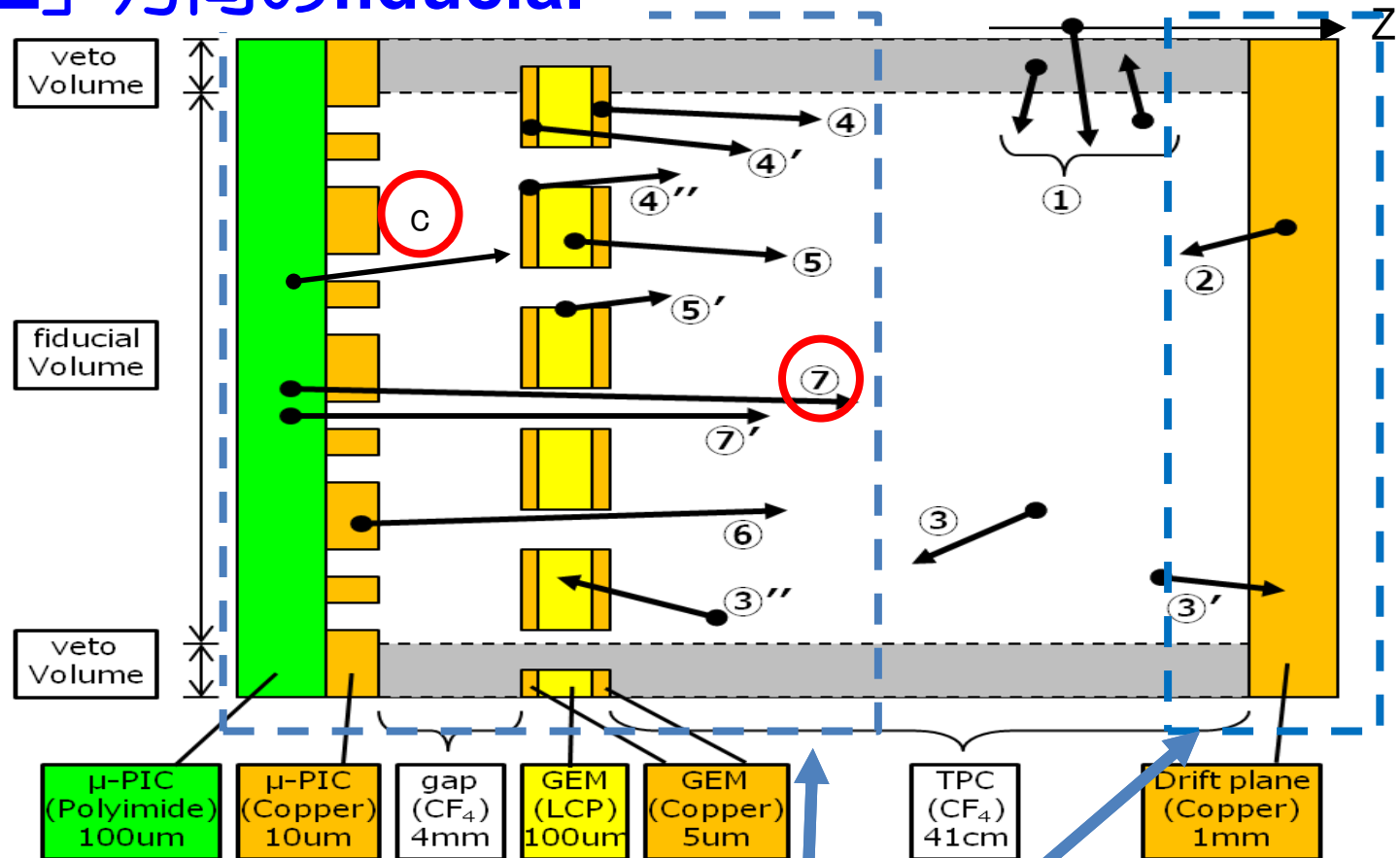
地下装置へのインストール (FY2017)

2017年11月インストール (橋本) ガス検出器としての動作 OK

今後 バックグラウンドの評価 ダークマター探索

感度向上へ②

「Z」方向のfiducial



□ μ TPCの主なバックグラウンド

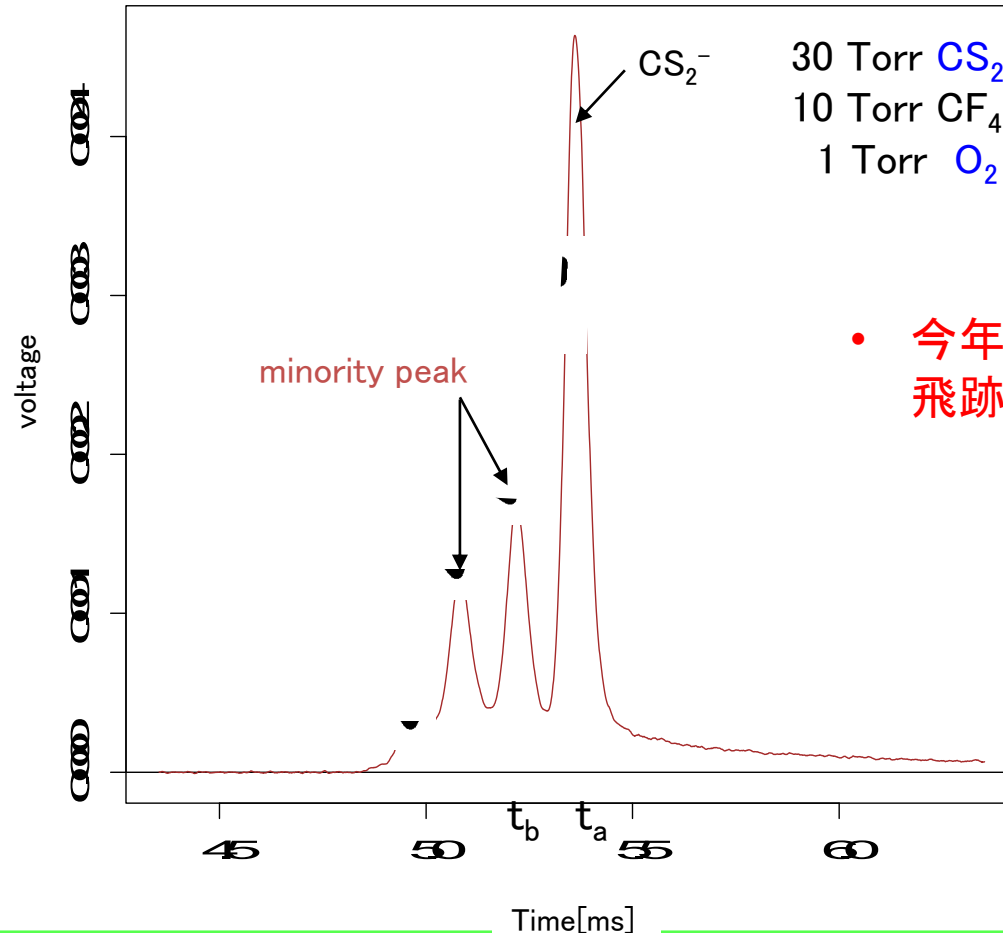
- ・ 高エネルギー領域では⑦
 - ・ 低エネルギー領域ではC
- μ -PICのガラス繊維からくる α 線 (U/Th系列)

Z軸に対しても有効体積カットをしたい。

マイノリティーキャリア：速度の違う陰イオン

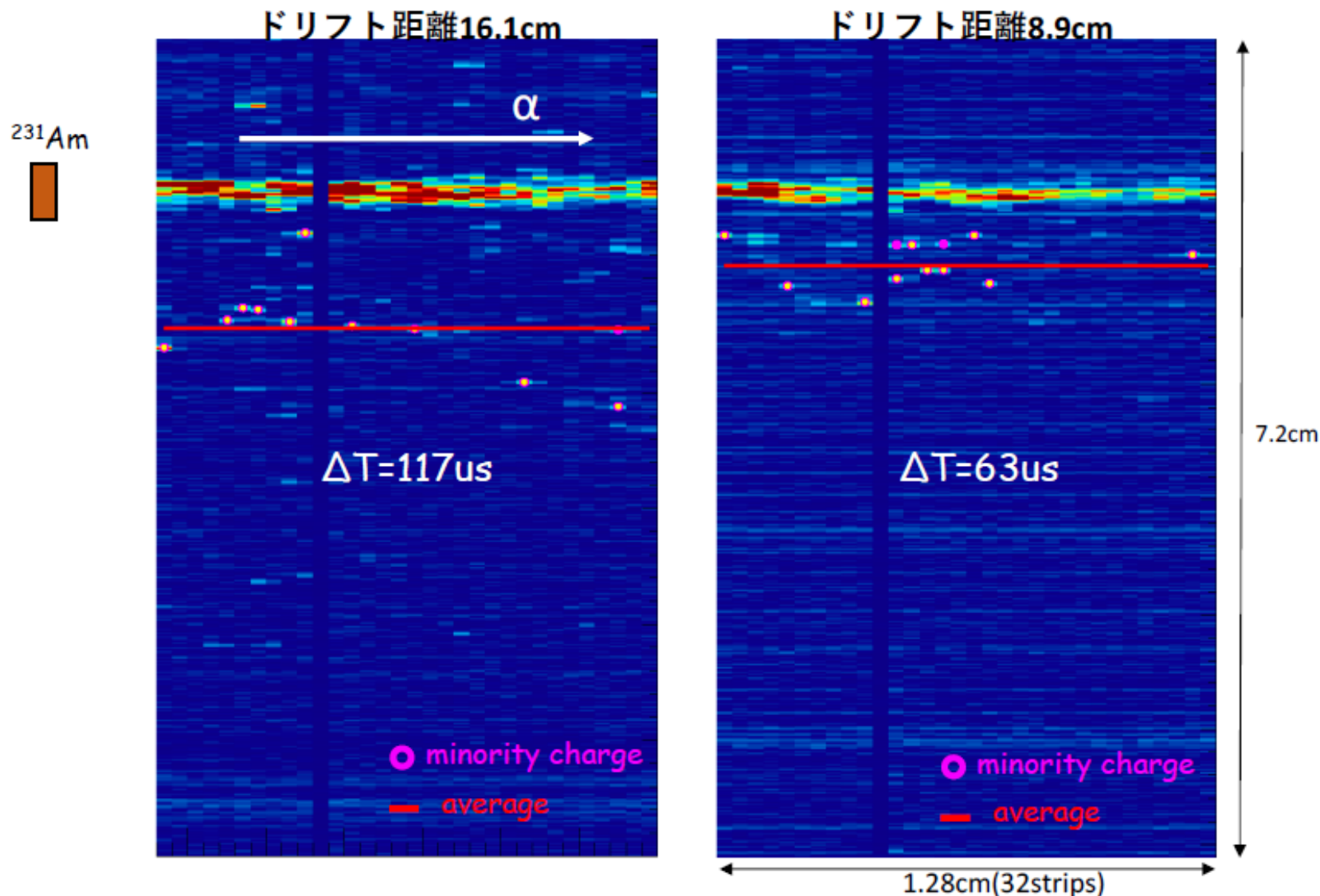
- DRIFTグループがMWPC-TPCでのZの絶対位置決定に成功
- 候補ガス： $\text{CS}_2 + \text{O}_2$ 有毒、爆発性 SF_6 安定 ガス増幅に問題

[Physics of the Dark Universe 9-10(2015)1-7]

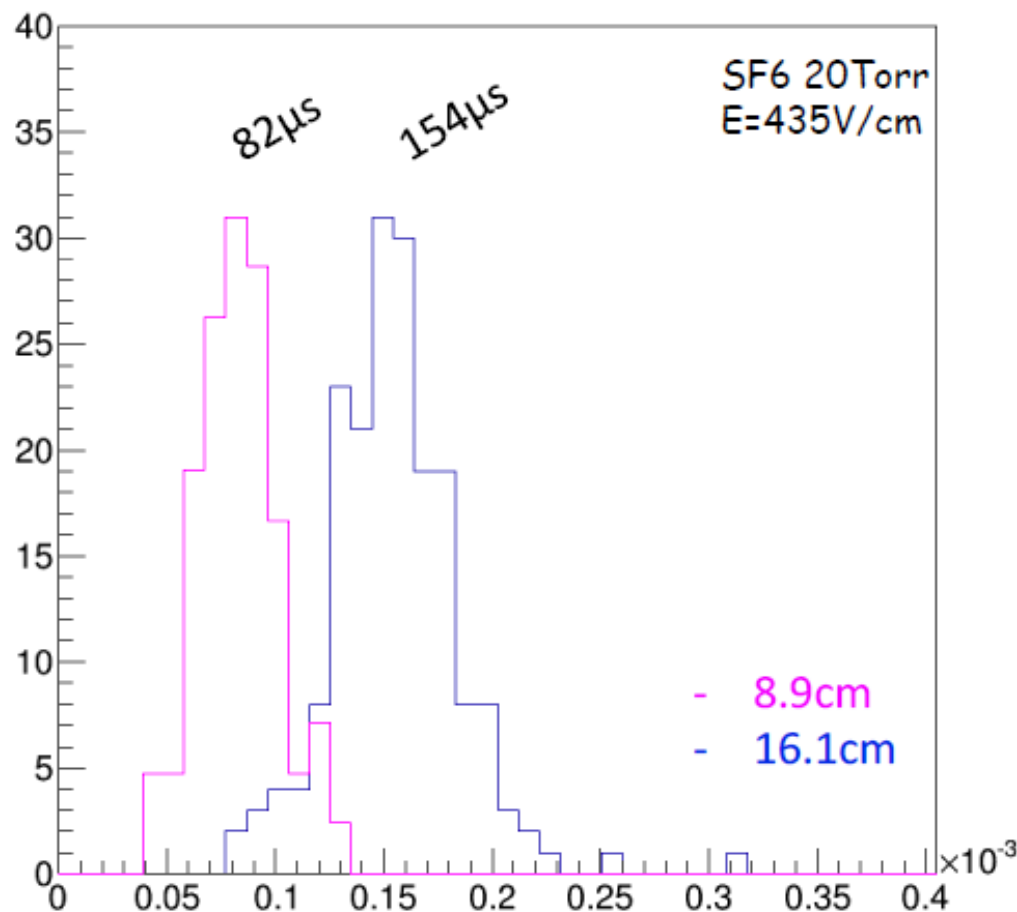


- 今年度： SF_6 ガスで
飛跡検出とマイノリティーキャリアの同時検出

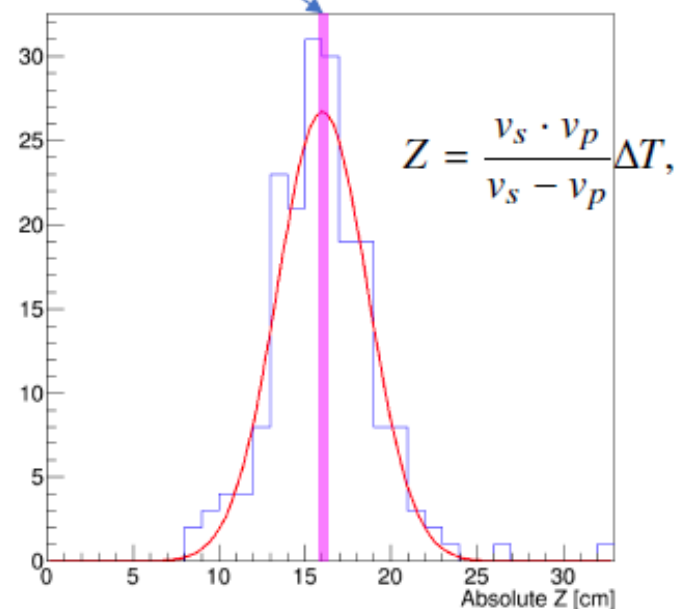
飛跡検出とZの決定



ドリフト距離16.1cm



線源位置



- $Z \propto \Delta T$
- Zの位置決定精度

$$\sigma_z = 2.6 \text{ cm}$$

今後：多チャンネル化・地下実験へ

まとめ

■ 高感度化へ

- 低 α μ -PIC完成 地下装置へ組み込み
- z方向のイベントカットのための基礎試験