

# **NEWAGE60 :** **方向に感度を持った暗黒物質探索実験のための** **低圧ガス試験**

神戸大理

**窪田諒** 身内賢太郎 東野聡 石浦宏尚 島田拓弥

講演番号 : 12pV3-9 15:45~

2021年 3月 12日 日本物理学会第76回年次大会

# NEWAGE (NEw generation WIMP search with an Advanced Gaseous tracker Experiment)

## ◎ NEWAGE

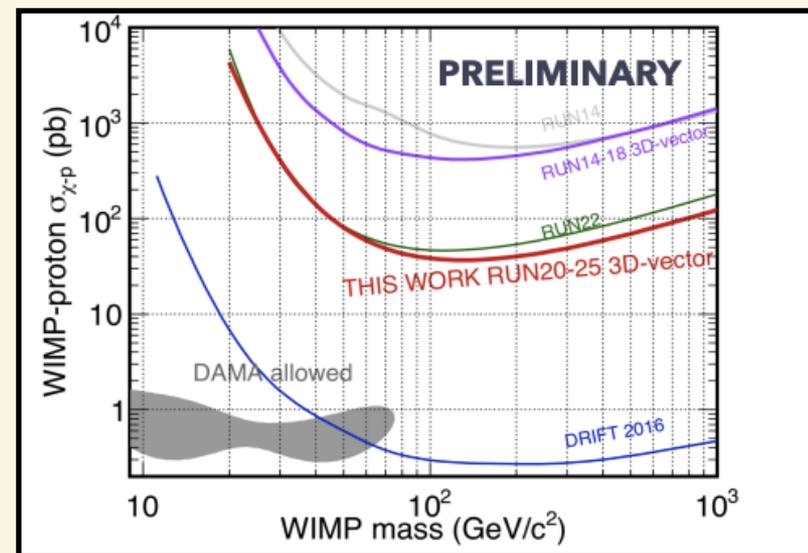
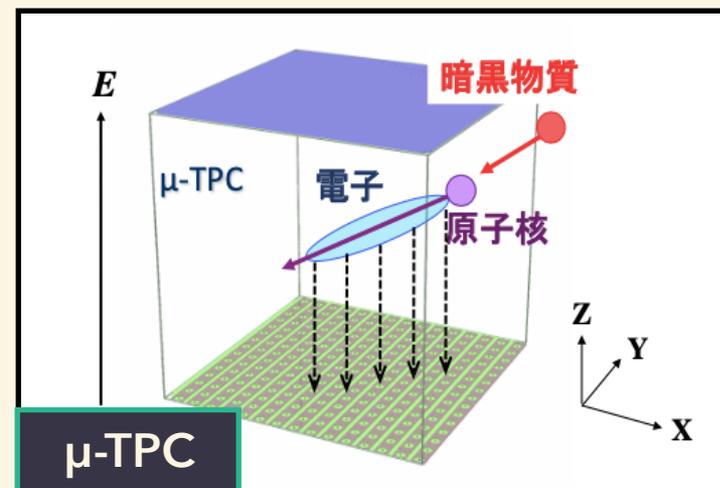
- ▶ 方向に感度を持つ暗黒物質直接探索実験
- ▶  $\mu$ -TPCを用いた3次元飛跡検出

## ◎ 制限曲線

- ▶ 最新結果(島田氏修論2021年 2月 :  $\text{CF}_4$  0.1気圧)
- ▶ 方向に感度を持つ手法として制限更新

## ◎ 感度向上への手法

- ▶ background低減 : 12pV3-8 石浦宏尚
- ▶ 検出器の大型化 : 12pV3-10 東野聡
- ▶ 解析手法の改善 : 14aT3-6 島田拓弥
- ▶ 低エネルギー閾値化
  - 低圧 $\text{CF}_4$ ガス試験(my work)
  - 0.1気圧以下での検出器動作を評価する



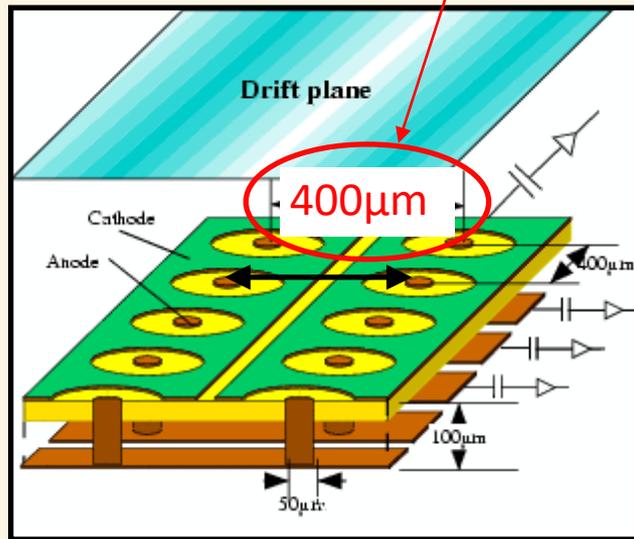
島田拓弥氏(神戸大)修士論文より

# 低エネルギー閾値化

◎低エネルギー閾値で計数率が上昇

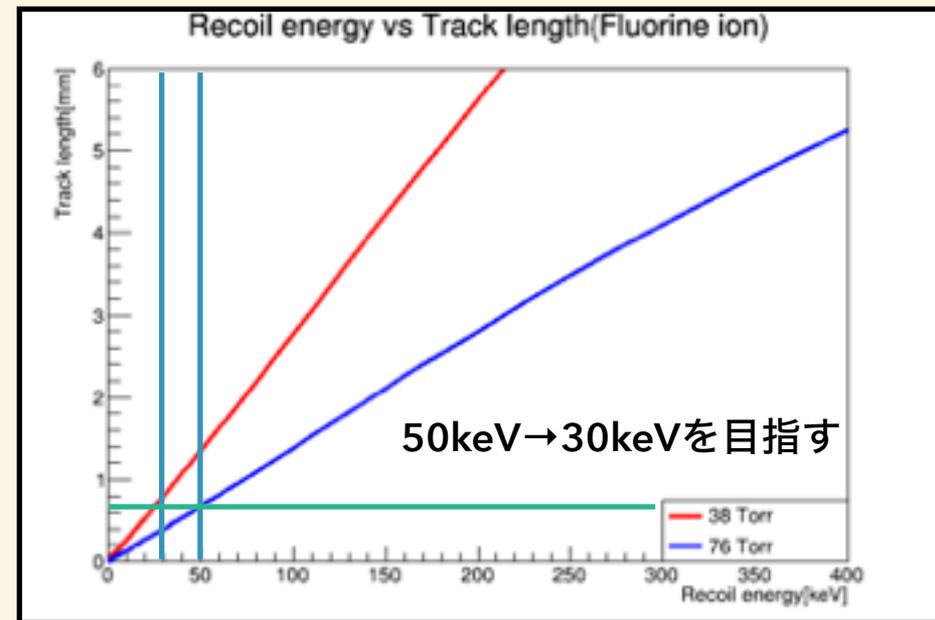
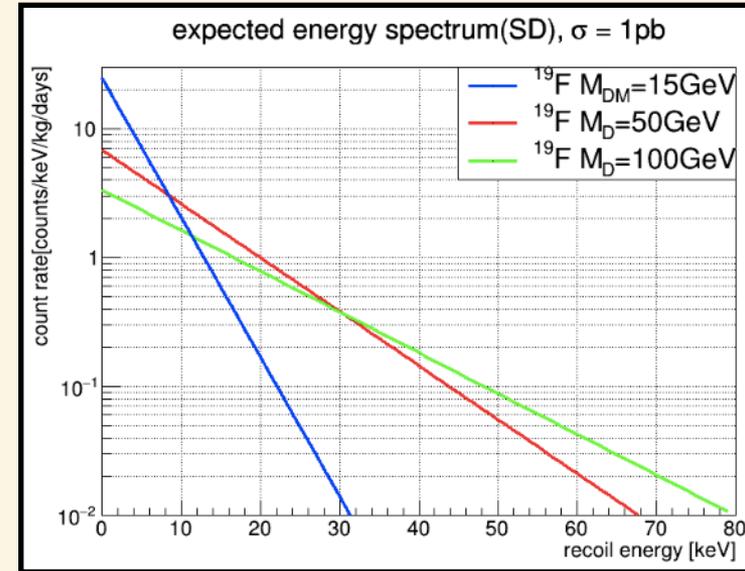
◎低閾値化における問題

- ▶ 低反跳エネルギーのイベントは飛跡長が短い
- ▶  $\mu$ -PICのピッチ(400  $\mu\text{m}$ )以下の飛跡には感度を持ってない



◎低圧CF4ガス

- ▶ 低圧で飛跡長が伸びる
- ▶ 0.05 気圧(38Torr)で必要な飛程が得られる



# 本研究の目的と評価内容

## ◎目的

- ▶ 低圧CF<sub>4</sub>ガス
  - 低圧ガスを用いることで飛跡長が伸びる
  - 放電の恐れがある
- ▶ 0.1気圧で測定中
- ▶ 低エネルギー(5.9keV)での応答確認及びさらなる低圧化の検討(本研究)



## ◎評価内容

- ▶ 神戸大学での測定と神岡測定の整合性を確認する
- ▶ さらに低圧のガス使用時の期待できるエネルギースペクトルsimulation
  - 目標の0.05気圧でsimulationによって期待されるスペクトルを見積もる

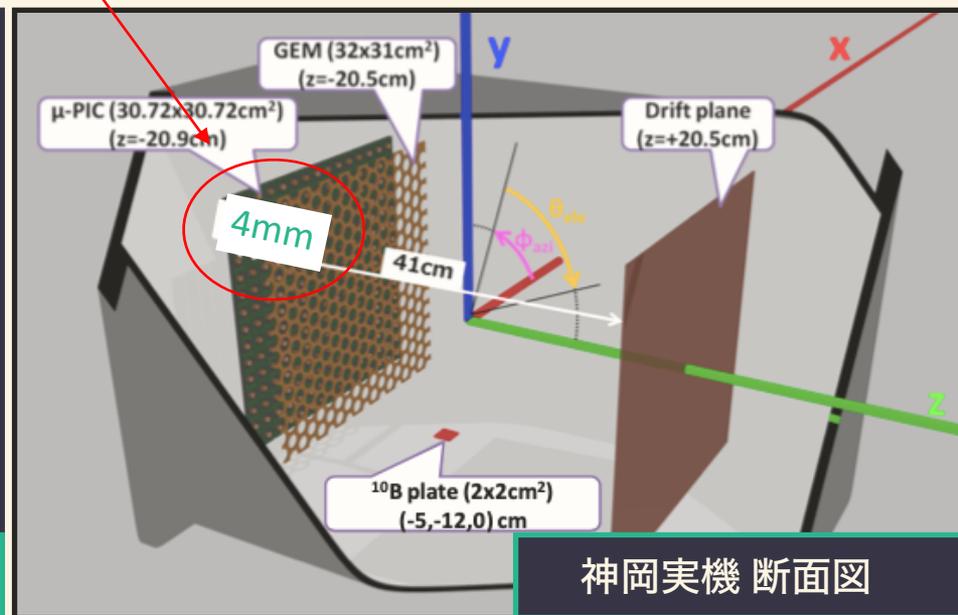
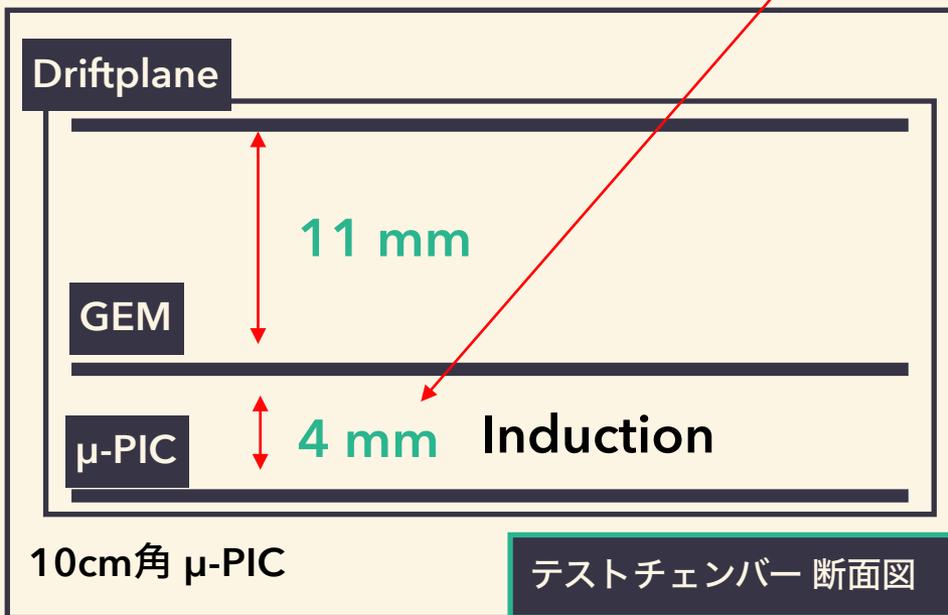
# テストチェンバー

◎神岡での実機と増幅部分が同じ構造のチェンバーを用意

◎低圧力 $\text{CF}_4$ ガスでのMPGD動作確認

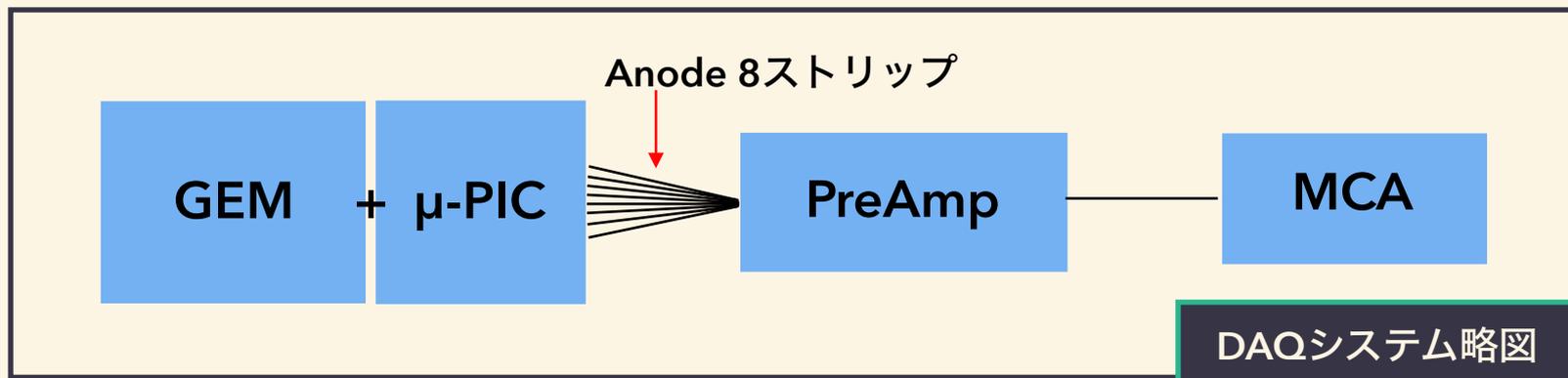
▶ Induction距離 : 4 mm

▶ サイズ、ドリフト距離が違うが、増幅部は同じ構造



# セットアップ

## ◎DAQシステム



- ▶ PreAmp : ORTEC 124
- ▶ MCA : ダイナミックレンジ0~10V

## ◎検出器

- ▶ 8ストリップ分(3.2mm)の読み出し領域

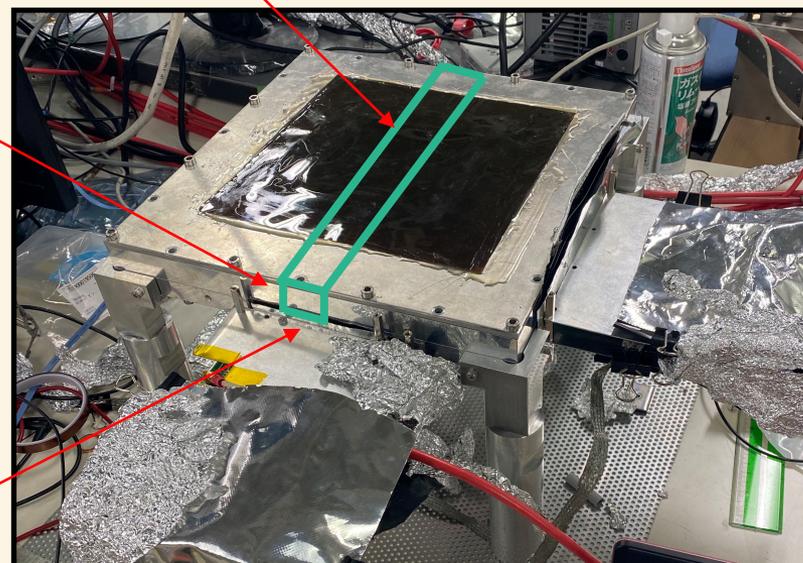
## ◎CF<sub>4</sub>0.1気圧測定

- ▶ <sup>55</sup>Fe線源(5.9 keV X線)を用いて測定
- ▶ 5.9keVの電子が生成

11mm

102.4mm

3.2mm

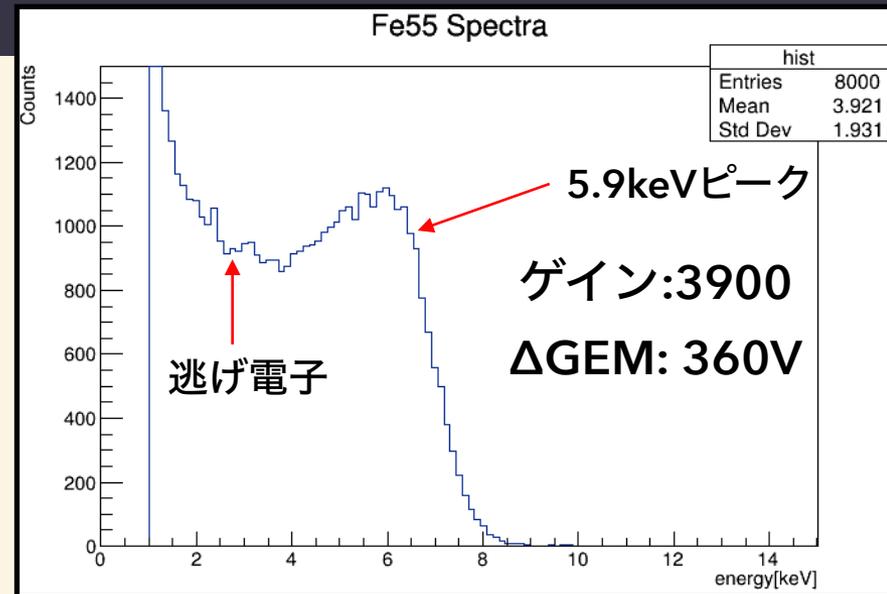


# 結果

## ◎ エネルギースペクトル

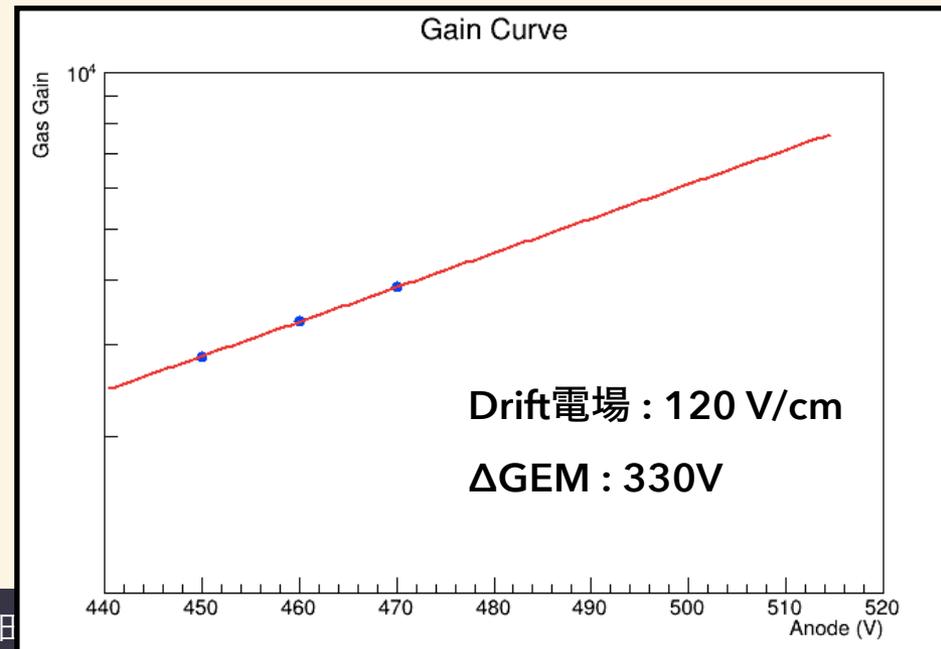
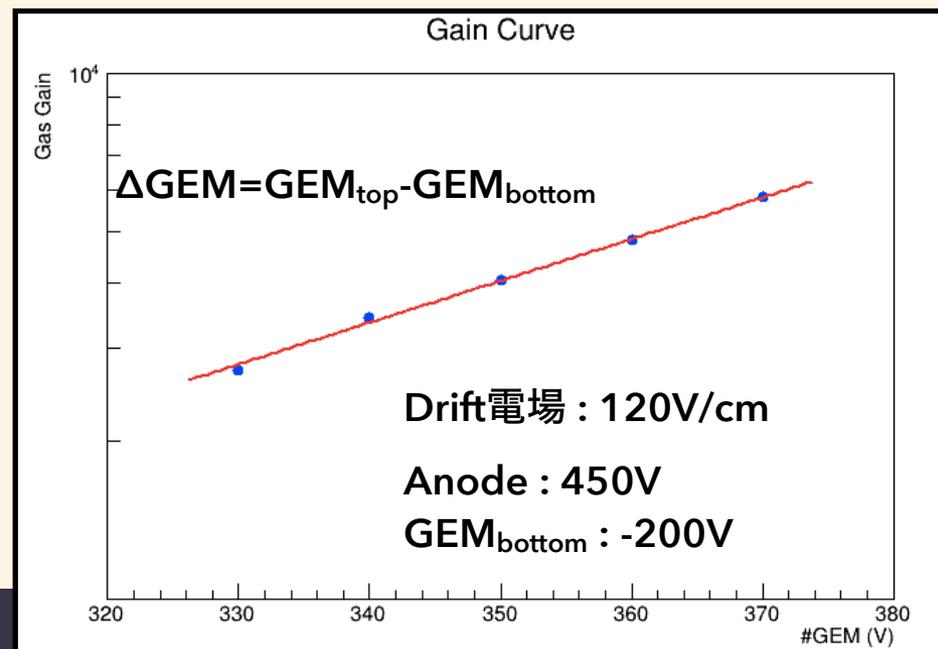
▶ 5.9keVのピークと全エネルギーを落とさない電子の分布が見える

- 5.9keV電子の飛程 : 4mm
- 有感領域  $102.4 \times 11 \times 3.2 \text{ mm}^3$



## ◎ ゲインカーブ

▶ 神岡ゲインとコンシステント



# エネルギースペクトル

◎測定結果(右上)

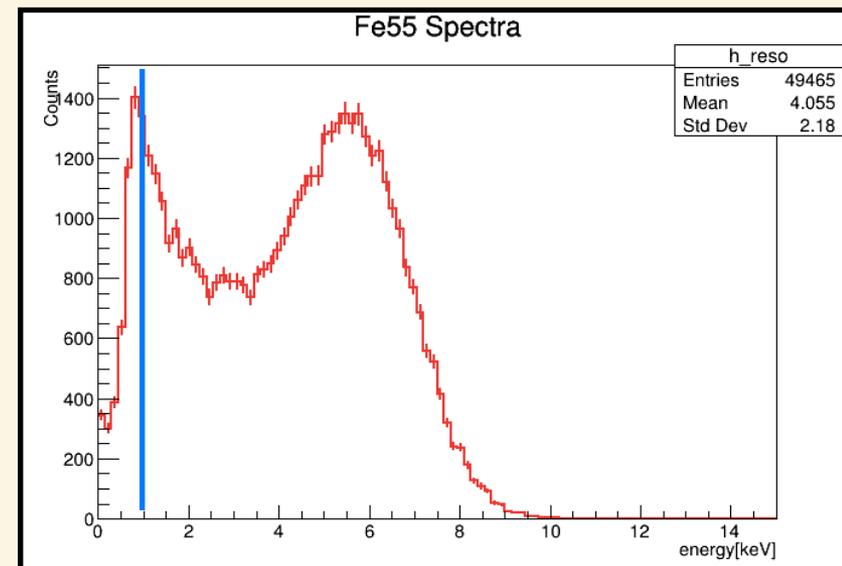
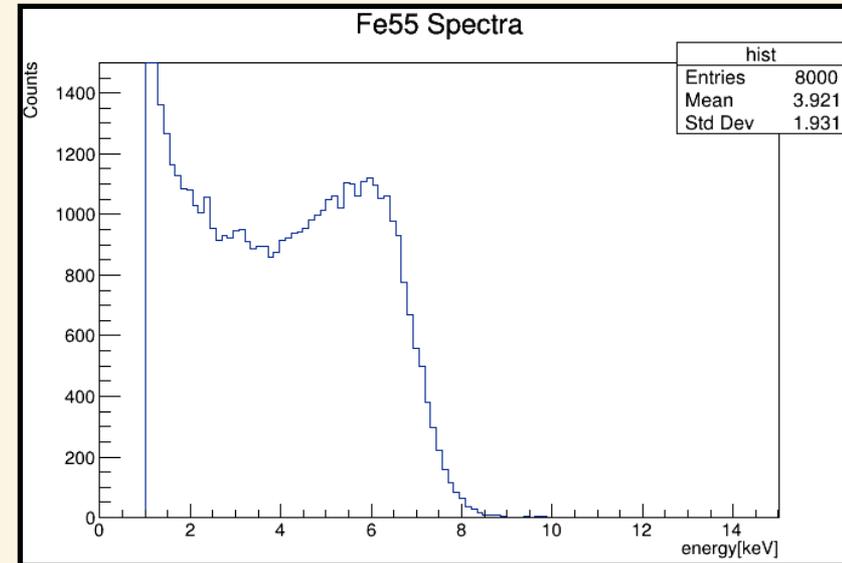
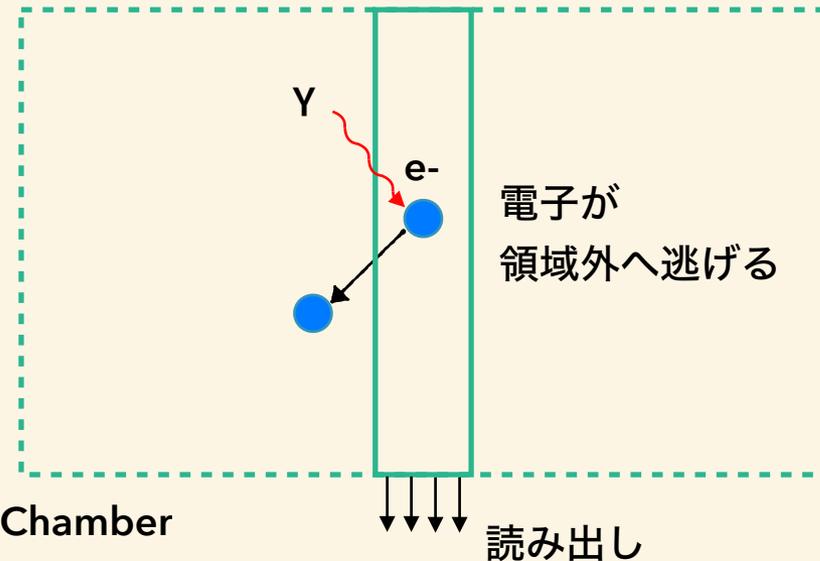
◎simulation(右下)

▶測定結果と似たスペクトルが得られた



▶0.05気圧の測定をsimulationする

読み出し領域



# さらなる低圧条件でのsimulation

## ◎エネルギースペクトル(simulation)

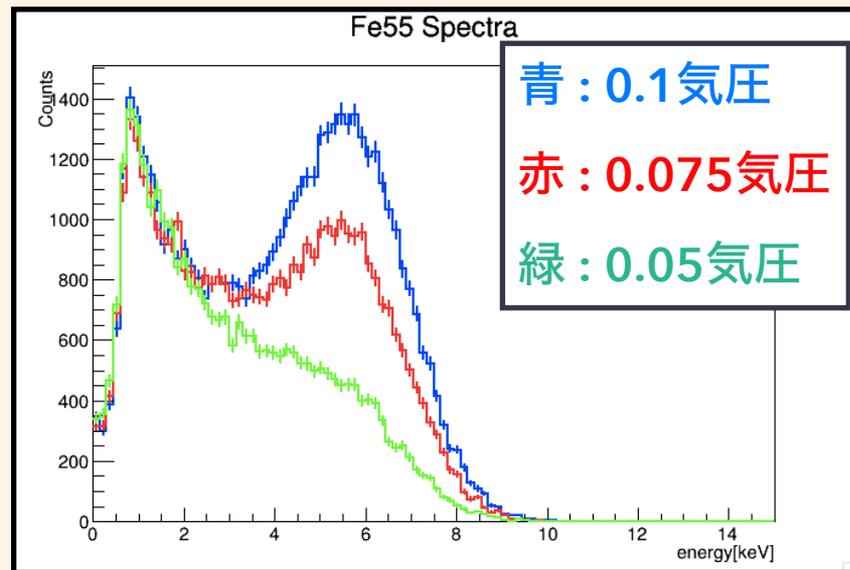
▶ 0.1気圧 0.075気圧 0.05気圧 CF<sub>4</sub>ガス中での電子のEnergyDeposit

◎0.075気圧までは、5.9keVのピークが見える

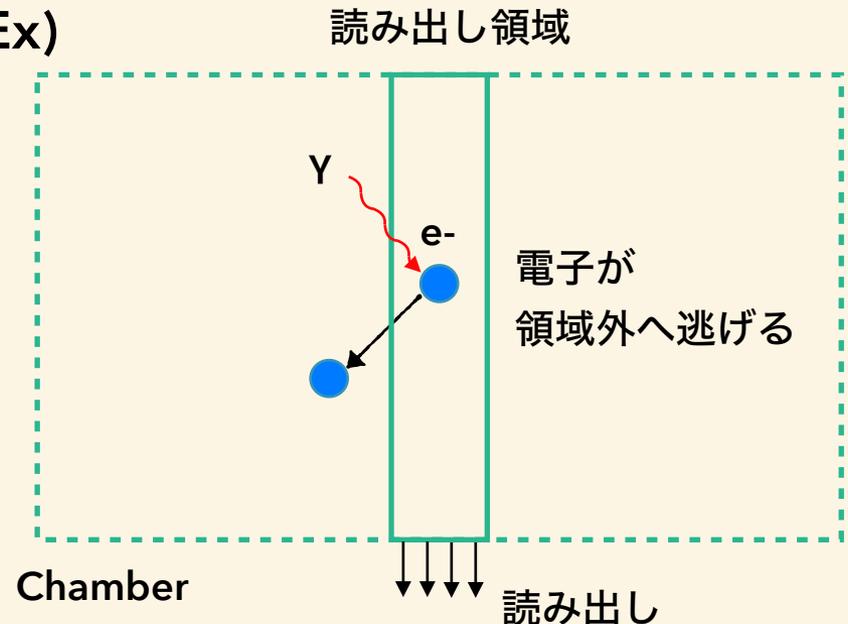
◎0.05気圧からはピークを見ることできない。

▶ 読み出しストリップ数が少ない

▶ 全エネルギーを落とす電子のrateが低い



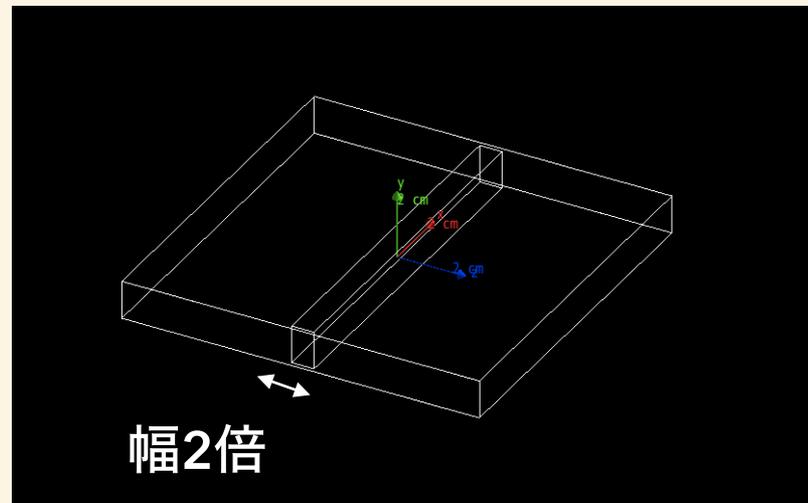
Ex)



# 0.05気圧 ストリップ数変更

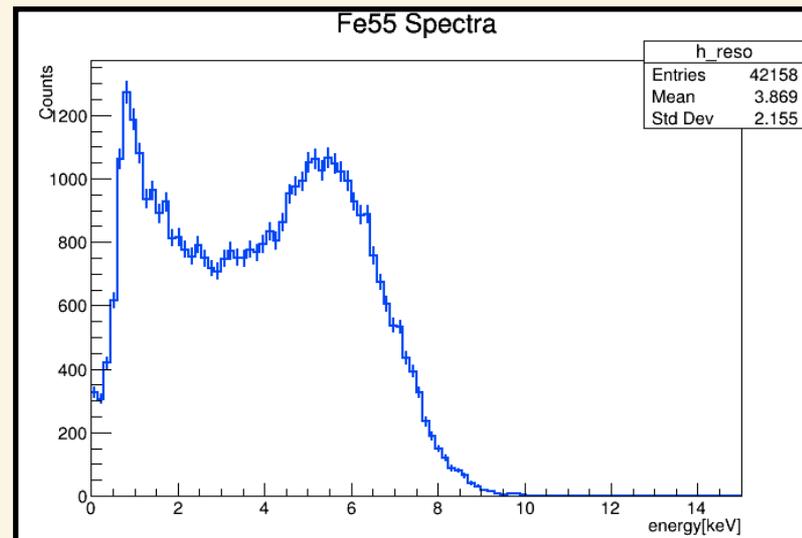
## ◎読み出しストリップ数変更

- ▶ 8ストリップ分→16ストリップ分にした場合
- ▶ 検出器容量が増加
  - ノイズの影響がどこまで効くかは不明



## ◎エネルギースペクトル

- ▶ 5.9keVのピークが見える
- ▶ 16ストリップ必要であることが分かる



# 展望とまとめ

## 展望

- ◎0.075気圧 0.05気圧 CF<sub>4</sub>ガスを用いてゲイン測定
  - ▶ 今回のsimulation結果と整合性が取れるかを評価する。
- ◎低圧条件下での適切な電圧値を評価する。

## まとめ

- ◎NEWAGEでは感度向上の手法の一つとして低閾値化を目指す
- ◎0.1気圧測定においてSimulation結果と測定結果の整合性が取れた
- ◎0.075気圧 0.05気圧 CF<sub>4</sub>ガス中でのsimulation結果を生成した
- ◎0.05気圧での測定でも、5.9keVのピークが見れるスペクトルが期待できる

# Back up

# ガスゲイン 算出法

## CF4ガス中での電離電子

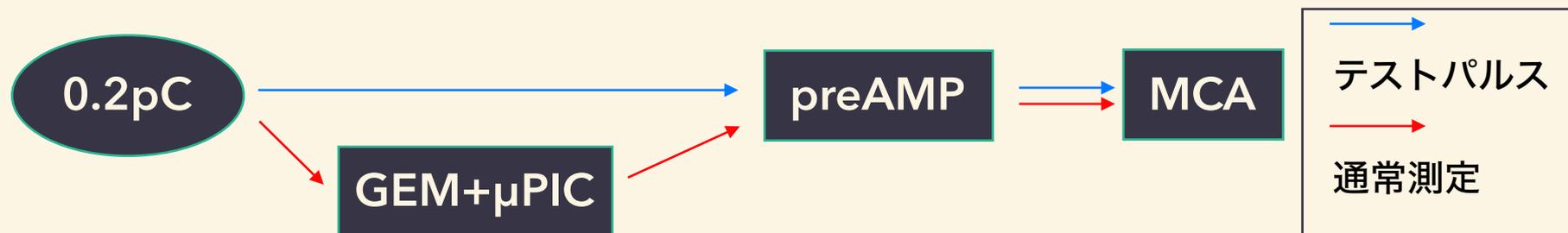
◎CF4のW値が34eV

▶ 5.9keVのelectronは174個( $2.78 \times 10^{-5}$ pC)の電離電子を生成する。

## テストパルス測定

◎0.2V pulseに1pFのコンデンサを噛ませ0.2pCを入力

▶ 10V range 8192CHのMCAにおいて338MCAにピークが立つ



0.2pC → 338MCA  
 $2.78 \times 10^{-5}$ pC → 0.047MCA

測定で得られたMean値(MCA単位)を  
0.047MCA(cal値とする)で割ればGain

◎0.05気圧ならどれぐらいガスゲインが必要？

▶ 2倍(4000)ぐらい必要

◎16ストリップで見れるらしいが、実際はどれぐらいの大きさが必要？

▶ まだ評価できておりません。