

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

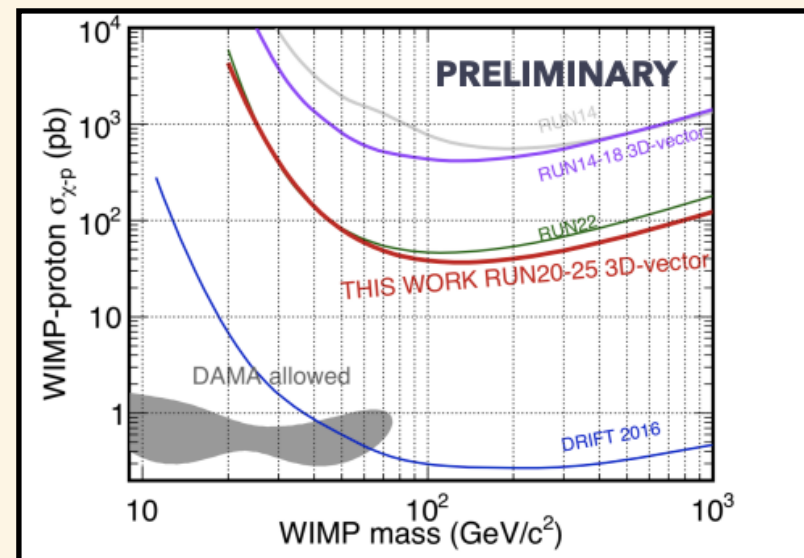
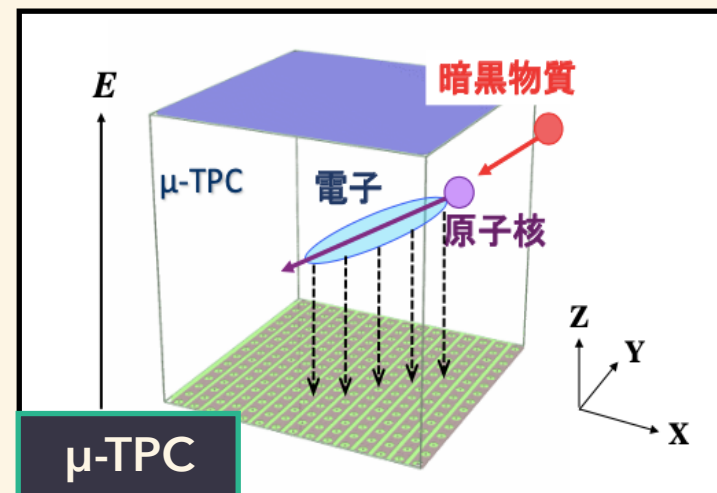
- ▶ 方向に感度を持つ暗黒物質直接探索実験
- ▶ μ -TPCを用いた3次元飛跡検出

◎ 制限曲線

- ▶ 最新結果(島田氏修論2021年 2月 : 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 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



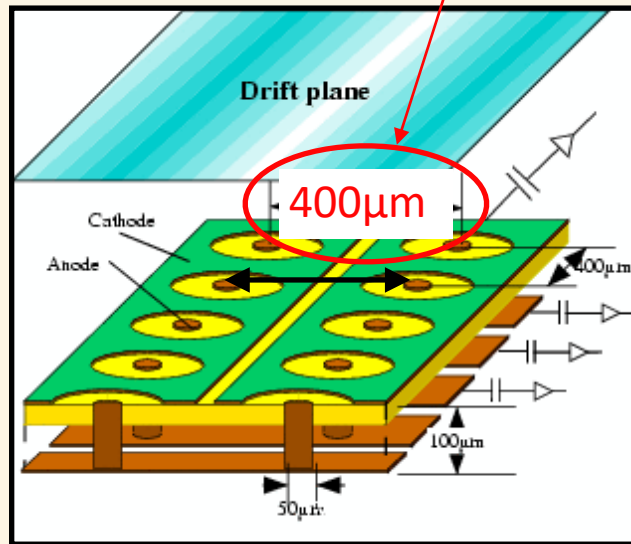
島田拓弥氏(神戸大)修士論文より

低エネルギー閾値化

◎低エネルギー閾値で計数率が上昇

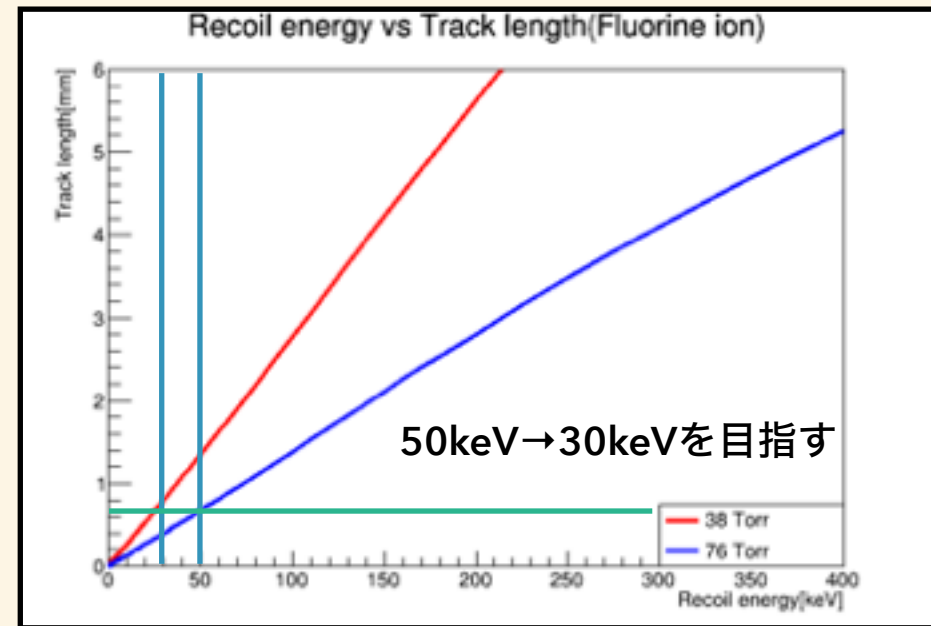
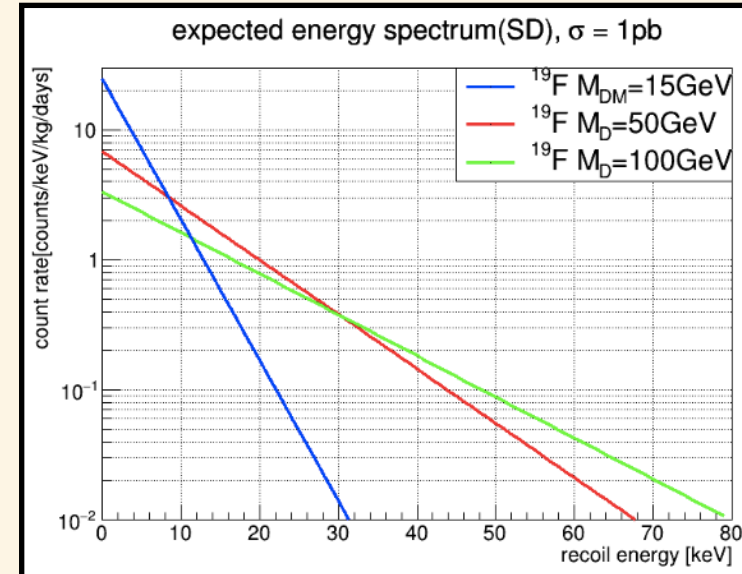
◎低閾値化における問題

- ▶ 低反跳エネルギーのイベントは飛跡長が短い
- ▶ μ -PICのピッチ(400 μm)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CF₄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

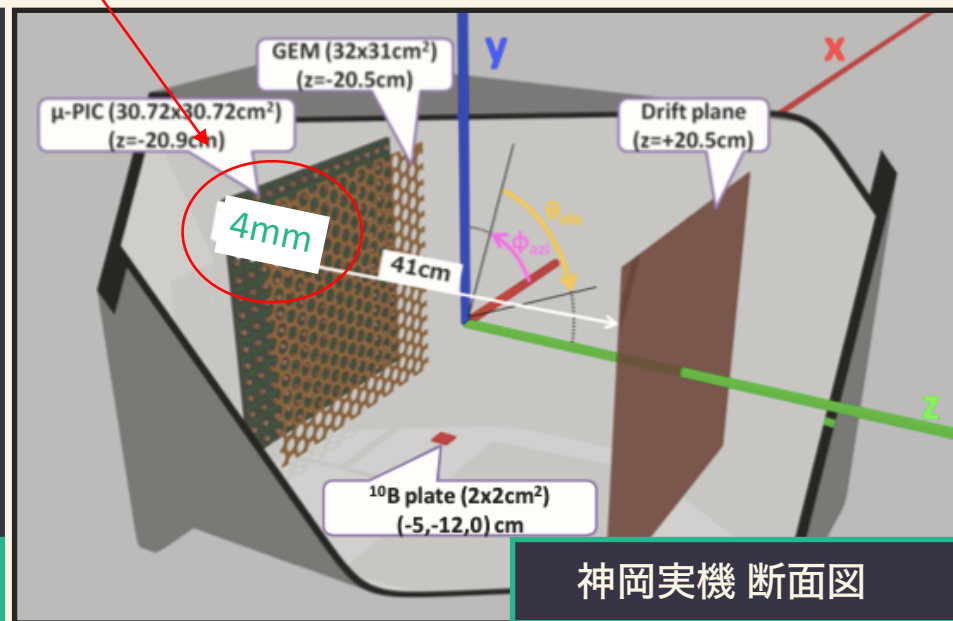
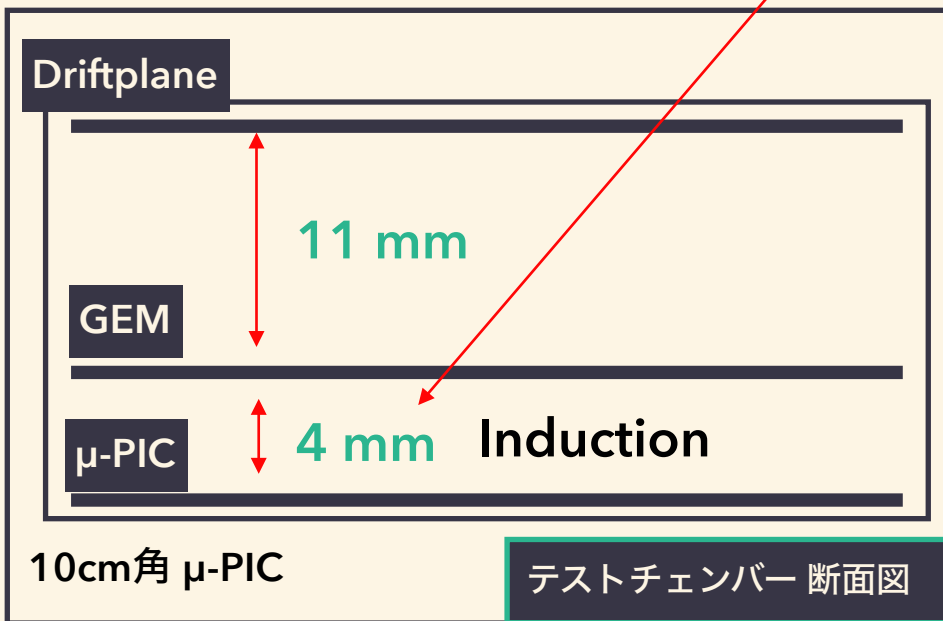
テストチェンバー

◎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CF₄ガスでのMPGD動作確認

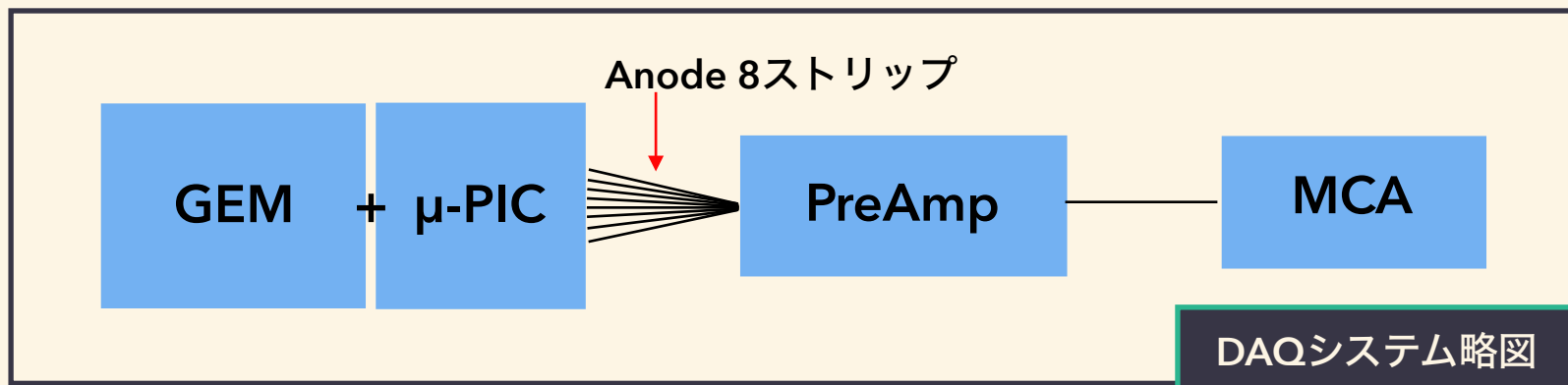
▶ Induction距離 : 4 mm

▶ 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

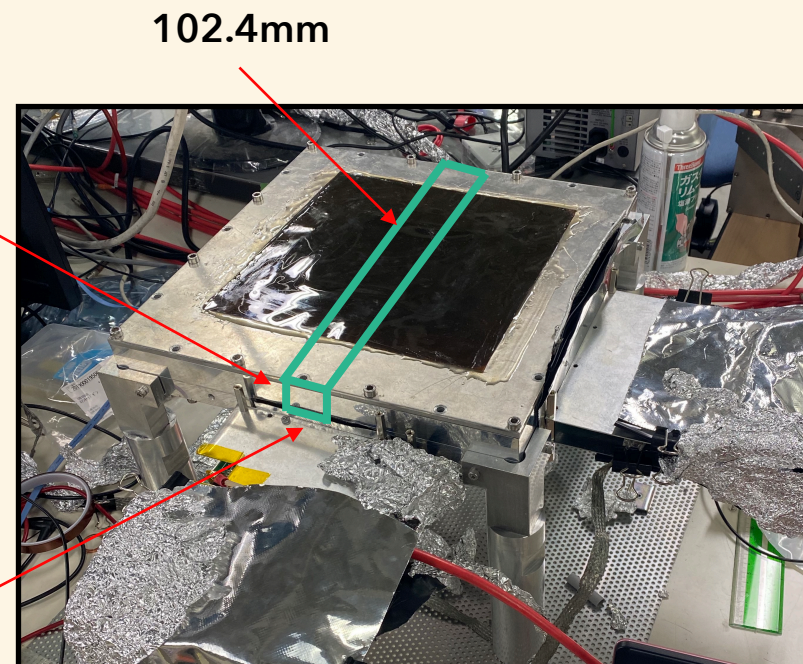
◎検出器

▶ 8ストリップ分(3.2mm)の読み出し領域

◎ CF₄0.1気圧測定

▶ ⁵⁵Fe線源(5.9 keV X線)を用いて測定

▶ 5.9keVの電子が生成

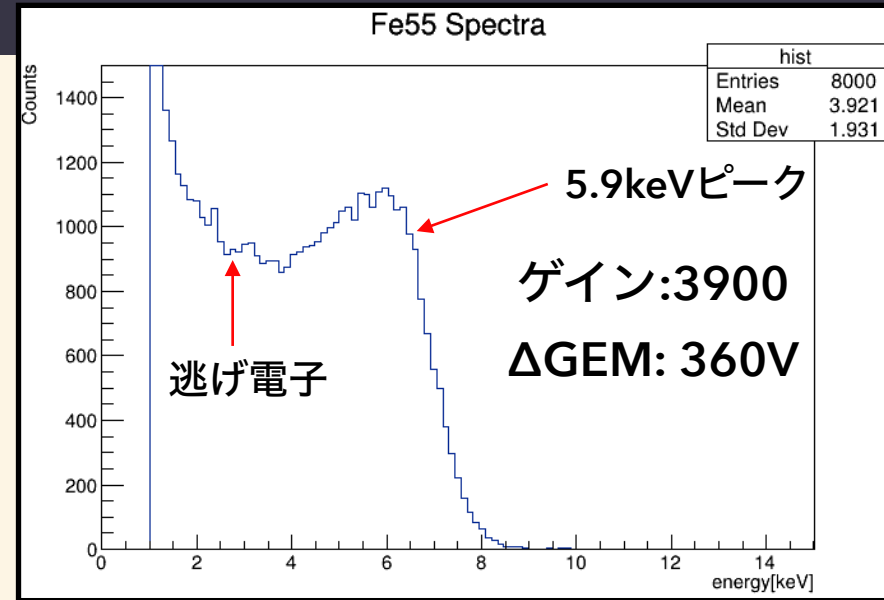


結果

◎ エネルギースペクトル

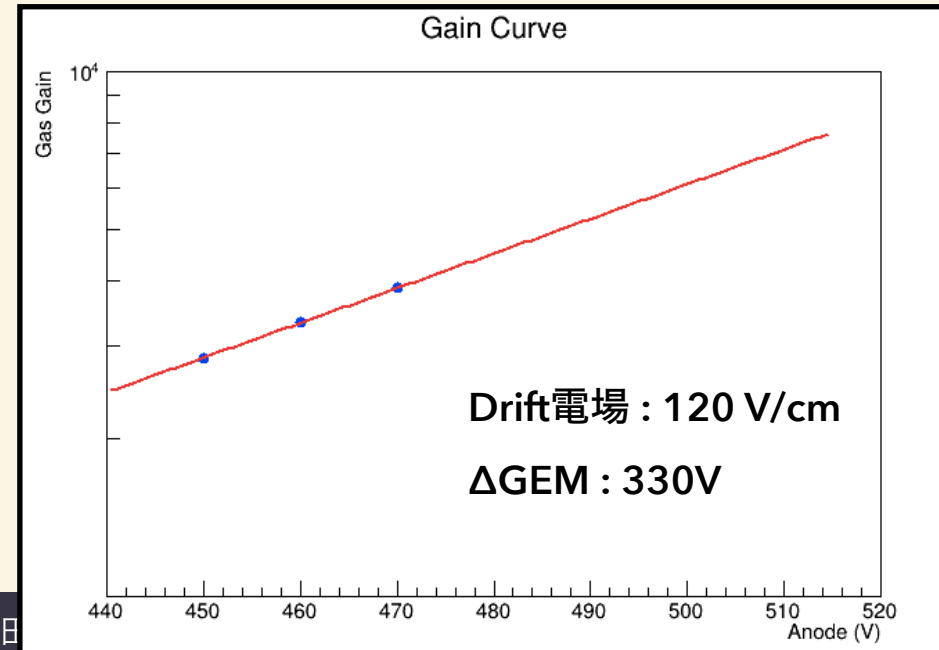
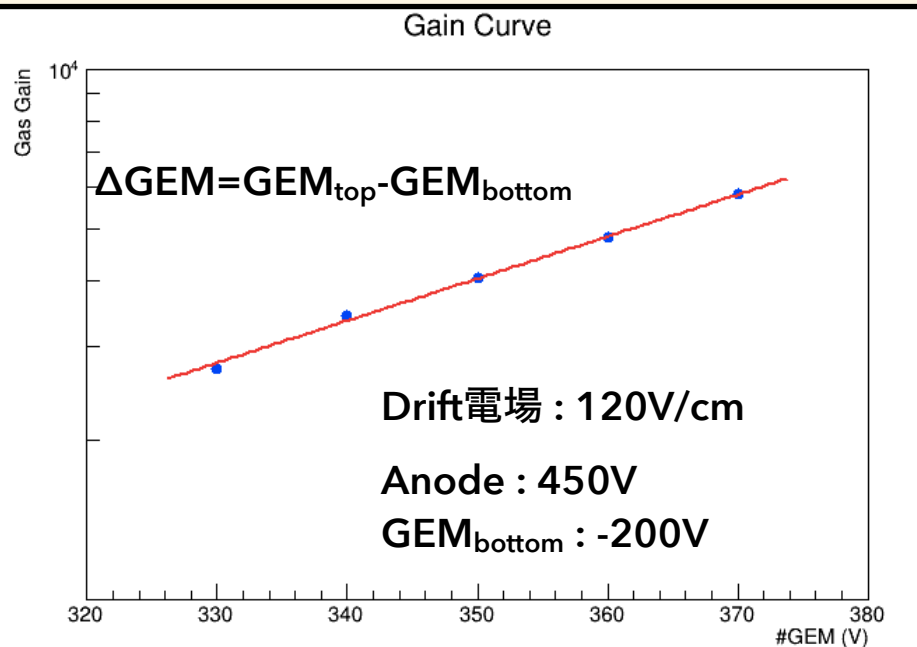
▶ 5.9keVのピークと全エネルギーを落とさない電子の分布が見える

- 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)

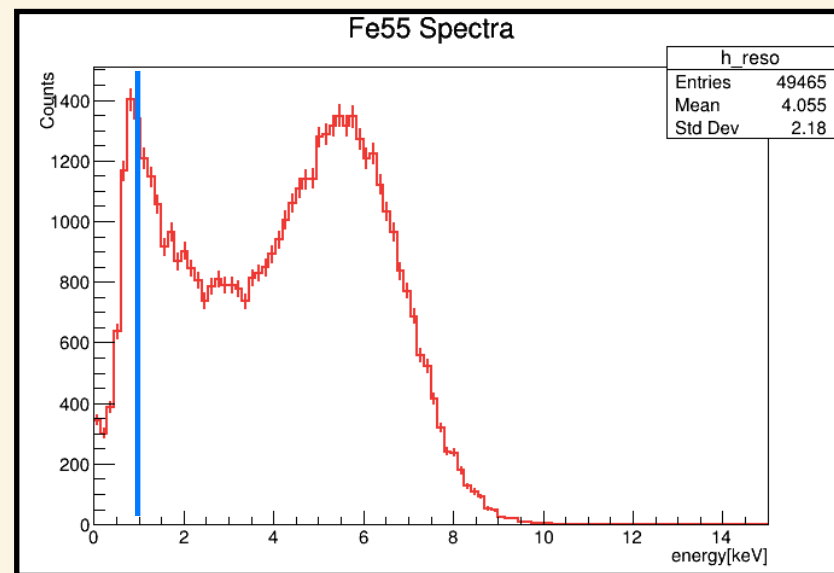
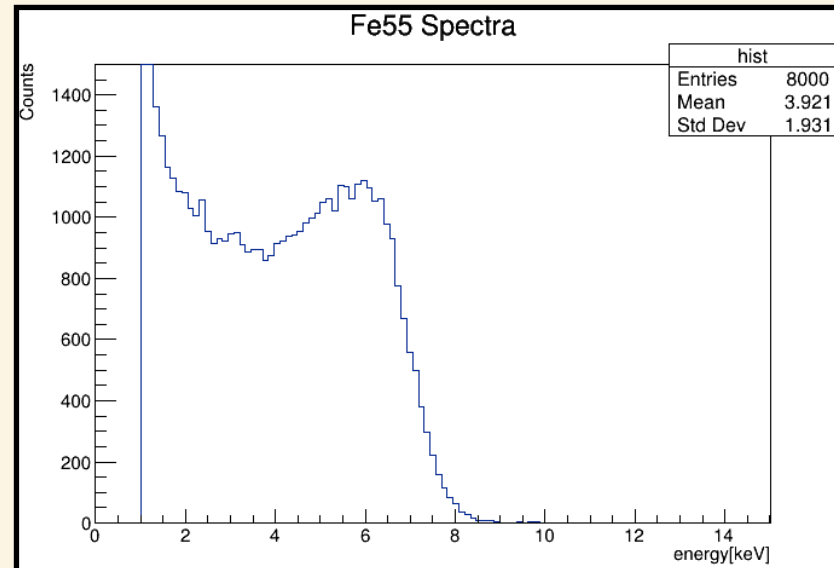
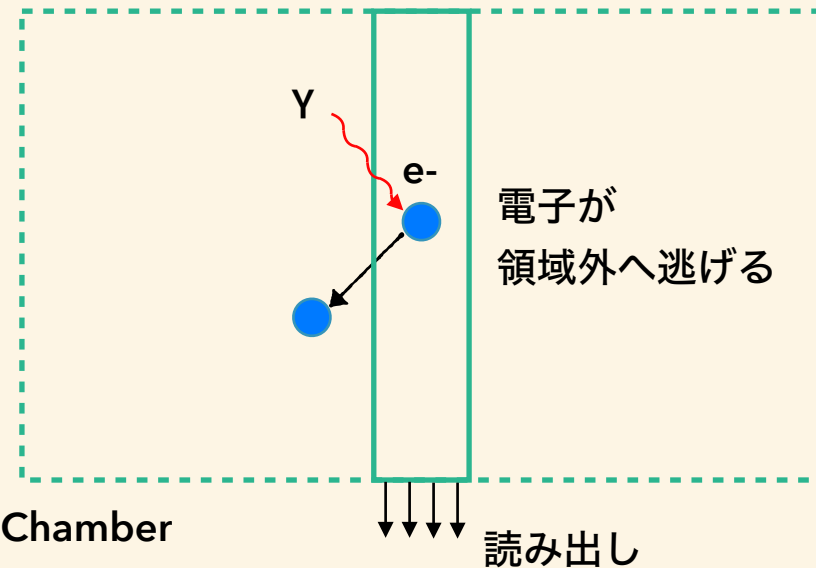
◎simulation(右下)

▶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)

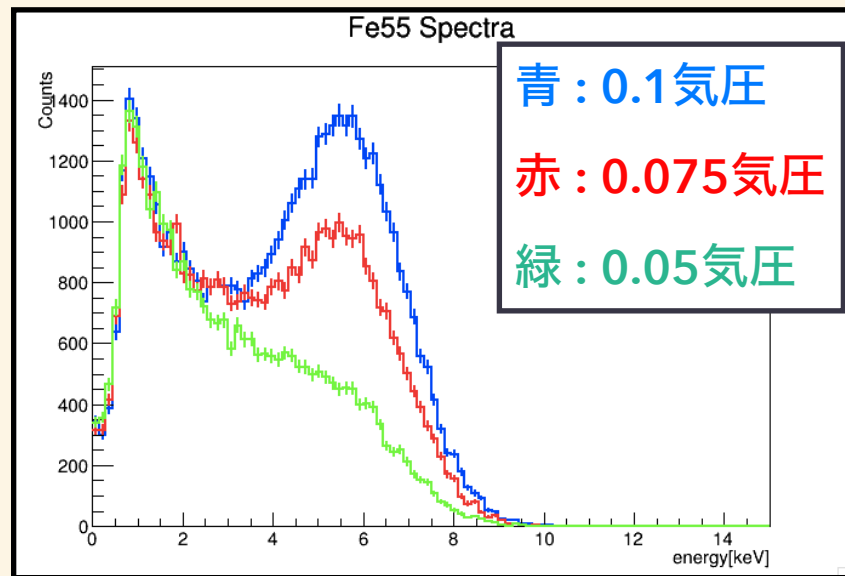
▶ 0.1気圧 0.075気圧 0.05気圧 CF₄ガス中での電子のEnergyDeposit

◎0.075気圧までは、5.9keVのピークが見える

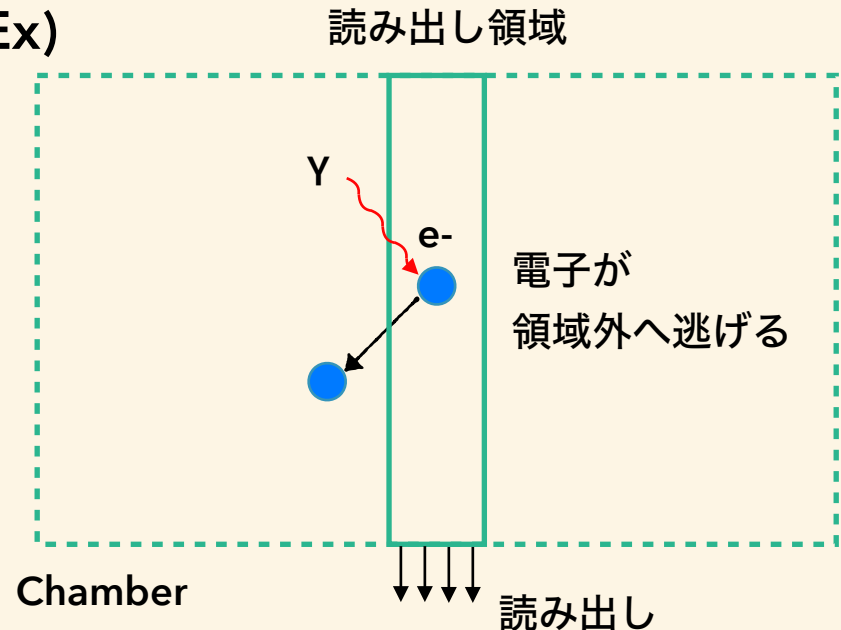
◎0.05気圧からはピークを見ることできない。

▶ 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



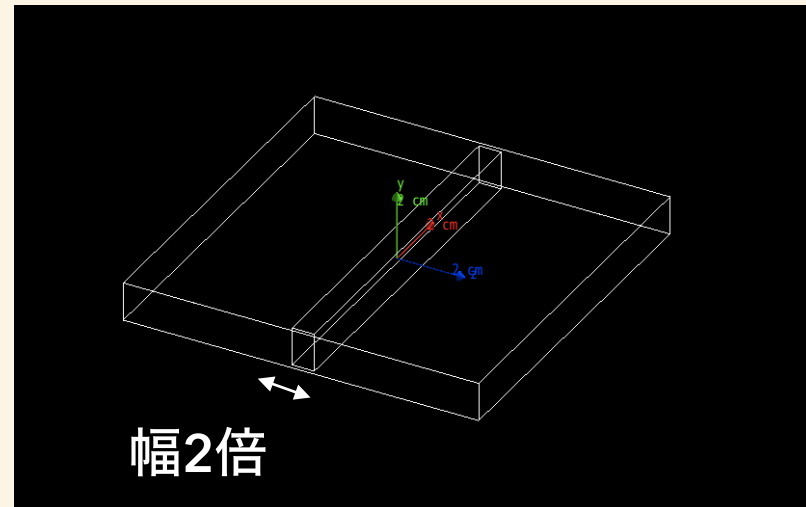
Ex)



0.05気圧 ストリップ数変更

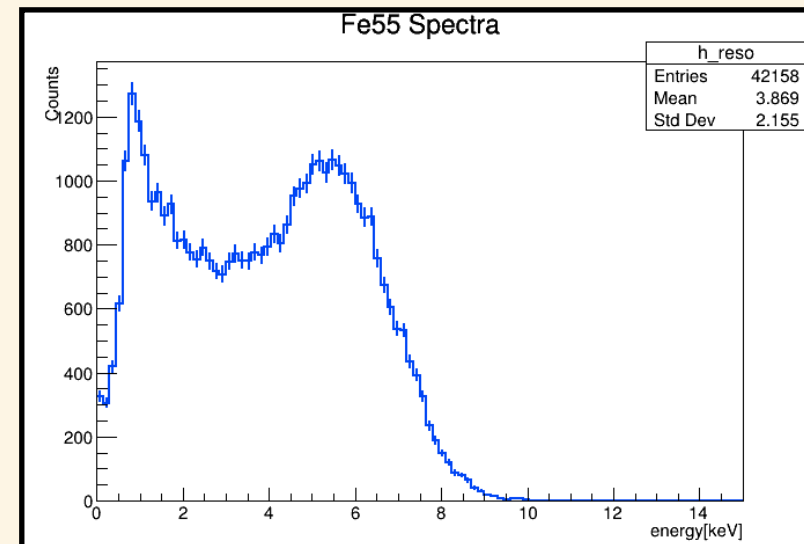
◎読み出しストリップ数変更

- ▶ 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 CF₄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 CF₄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

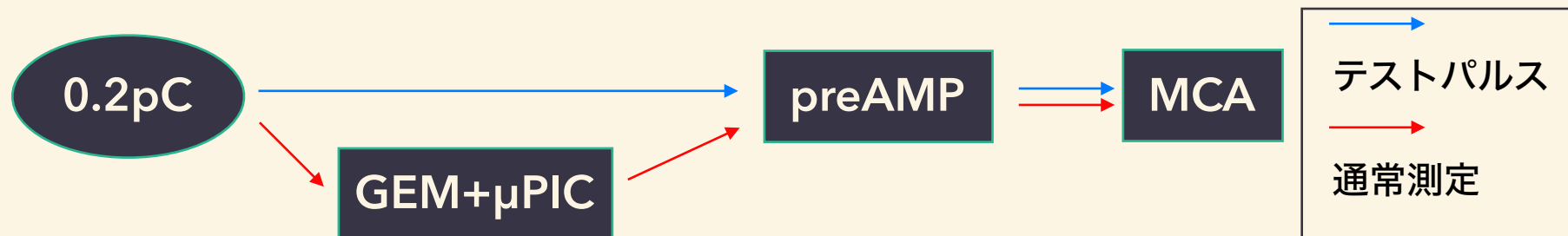
◎CF4のW値が34eV

▶ 5.9keVのelectronは174個(2.78×10^{-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
 2.78×10^{-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。