

NEWAGE

高感度化のための研究



神戸大学 M1
橋本 隆

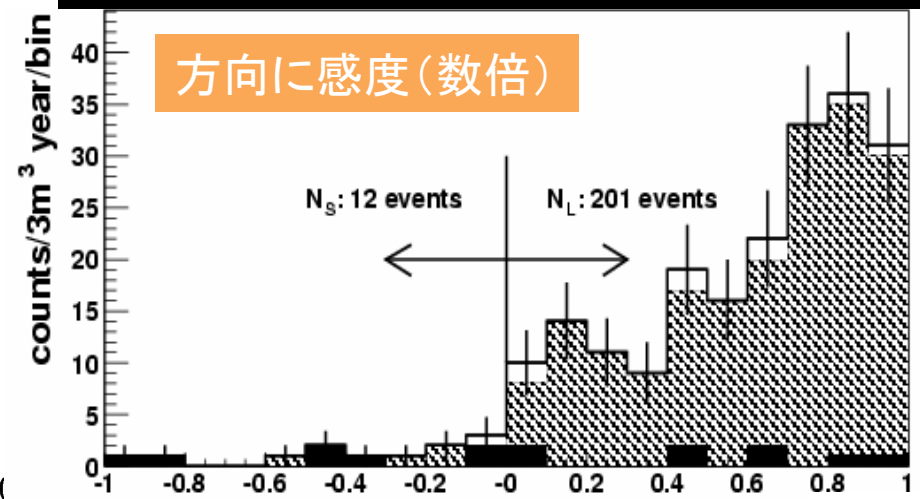
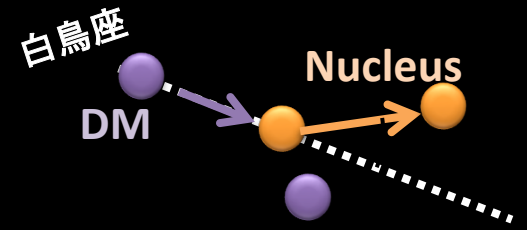
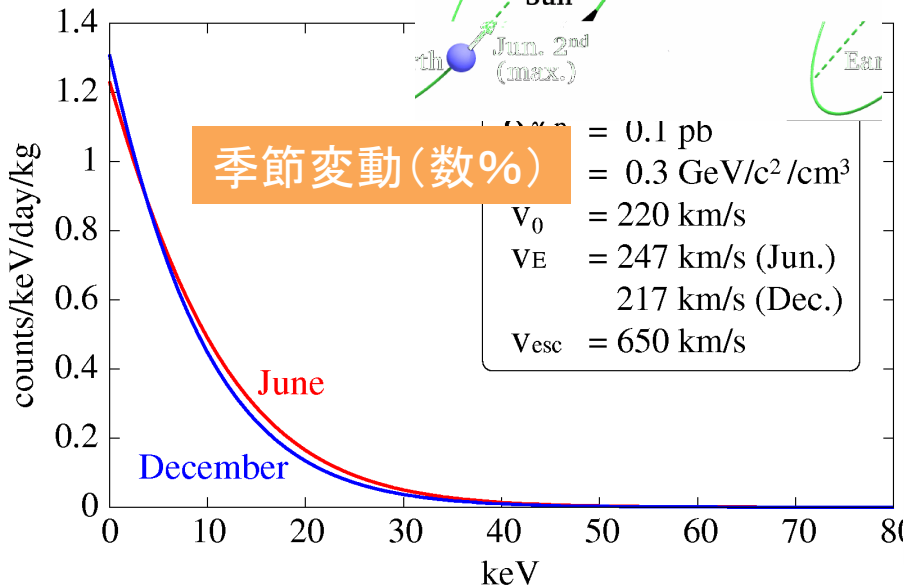
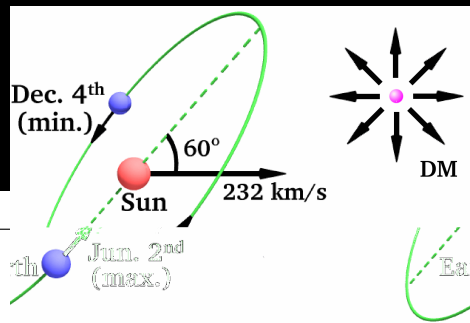
1. NEWAGE
2. バックグラウンドスタディー
3. まとめ



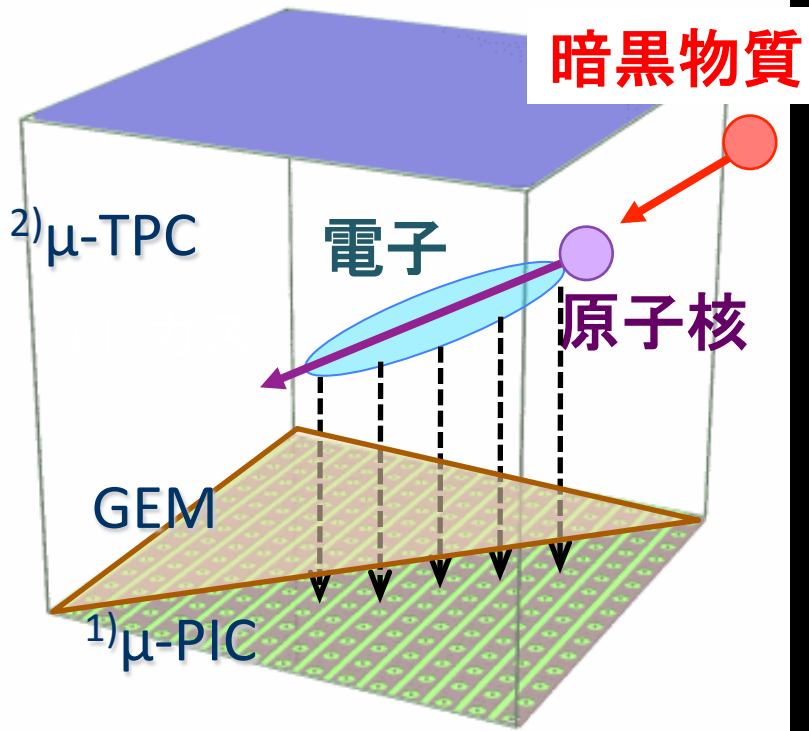
1. NEWAGE
2. バックグラウンドスタディー
3. まとめ

NEWAGE

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



Time Projection Chamber

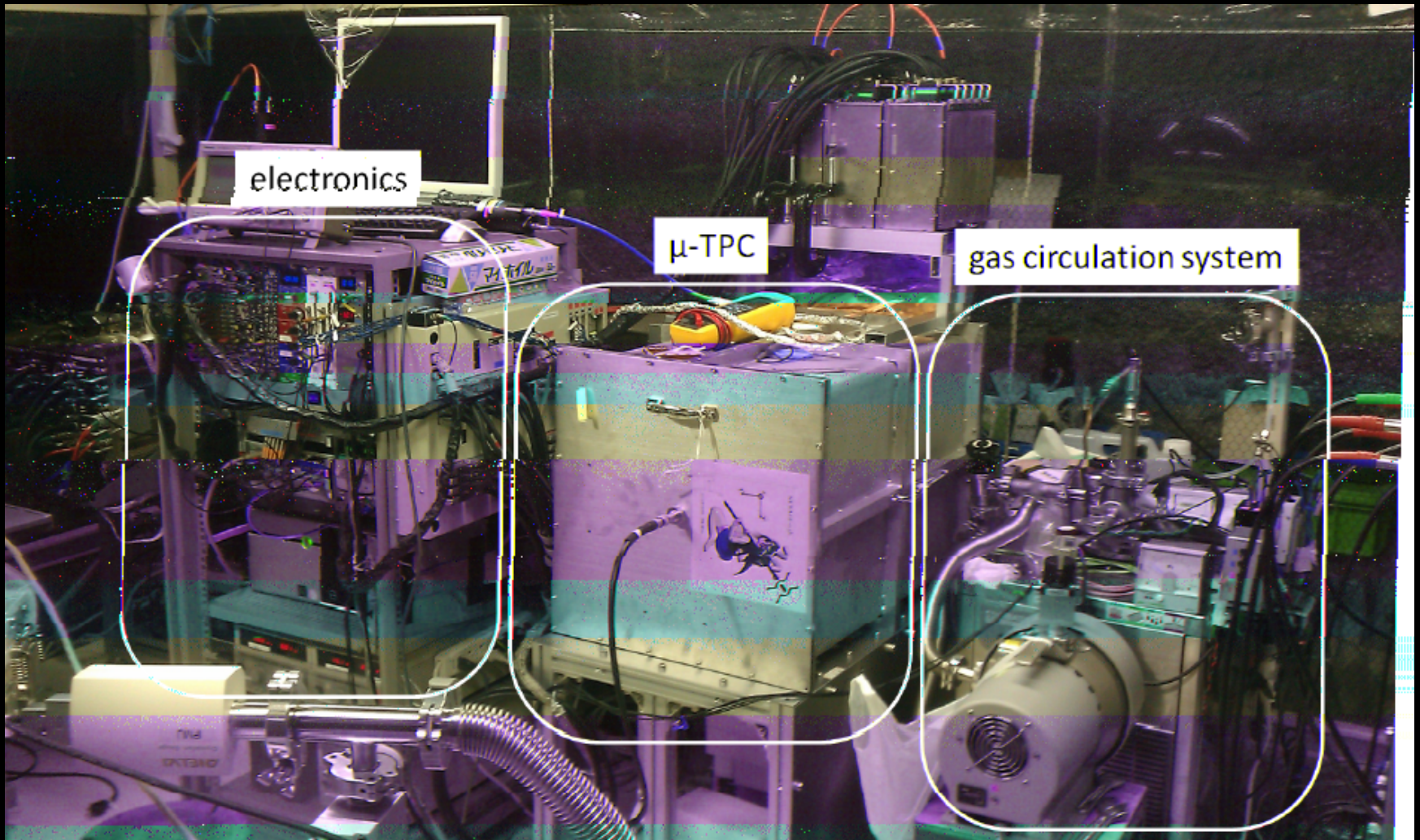


1. 暗黒物質が原子核を反跳する
2. 原子核がガス中の分子を電離
3. 生じた電子をドリフト、GEM及び μ -PICでガス増幅
4. μ -PICから平面での位置情報を得る、また時間情報からドリフト距離(相対値)を再構成

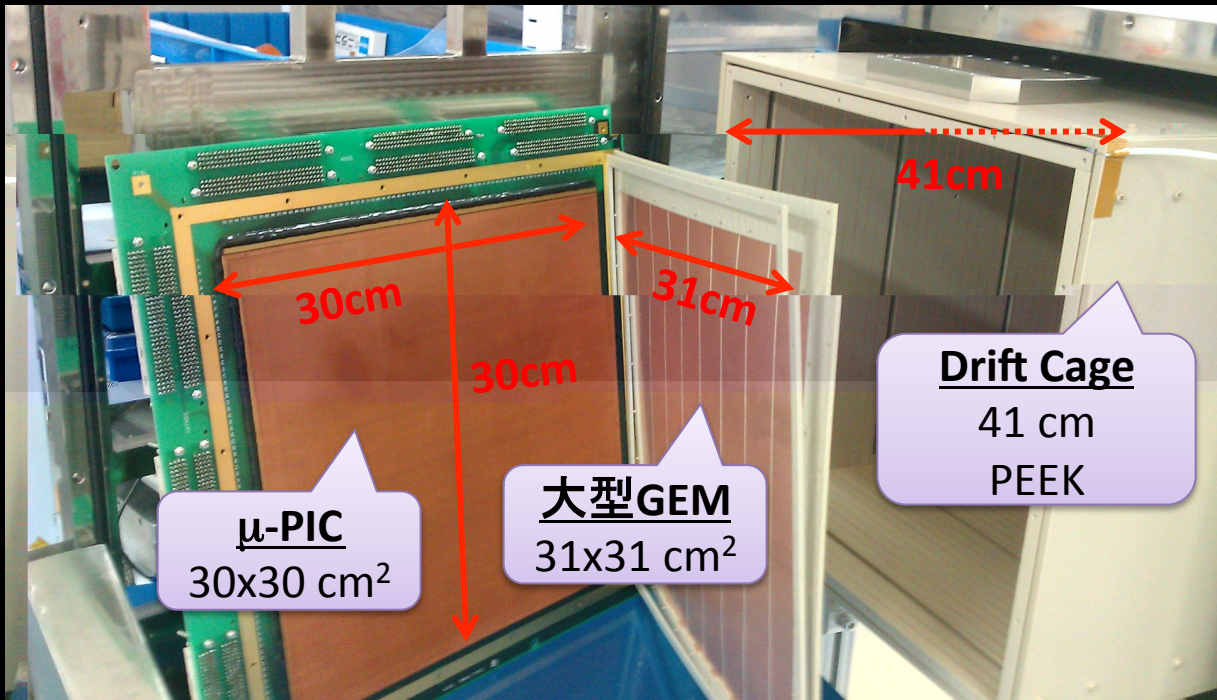
²μ-TPC ... Micro Time Projection Chamber

¹μ-PIC ... Micro Pixel Chamber

Time Projection Chamber

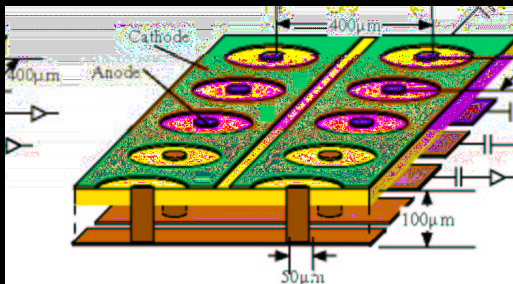


実験装置

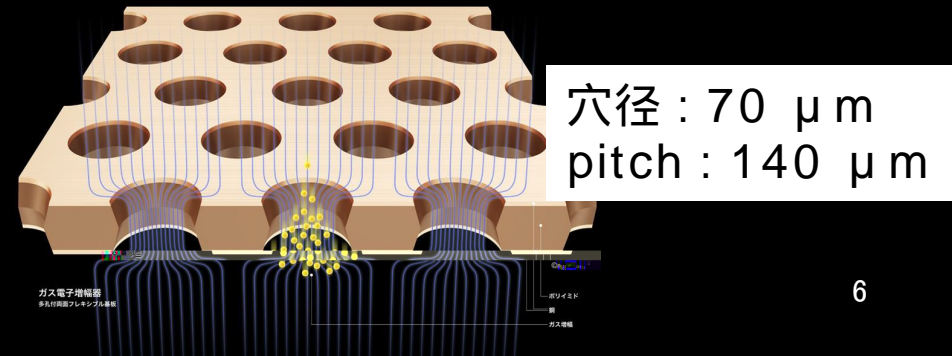


- 検出領域
30×30×41 cm³
- ガス
CF₄(0.1気圧)
- スピンに依存した暗黒物質探索

μ-PIC: アノードピクセルの間隔は400μm
ガス利得 ~10³



GEM: 中間増幅器 (ガス利得 ~10)

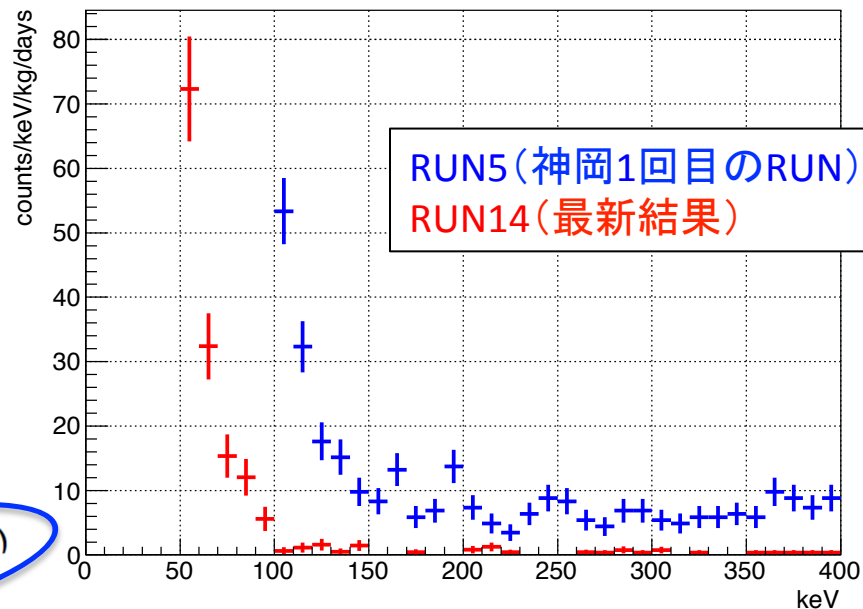
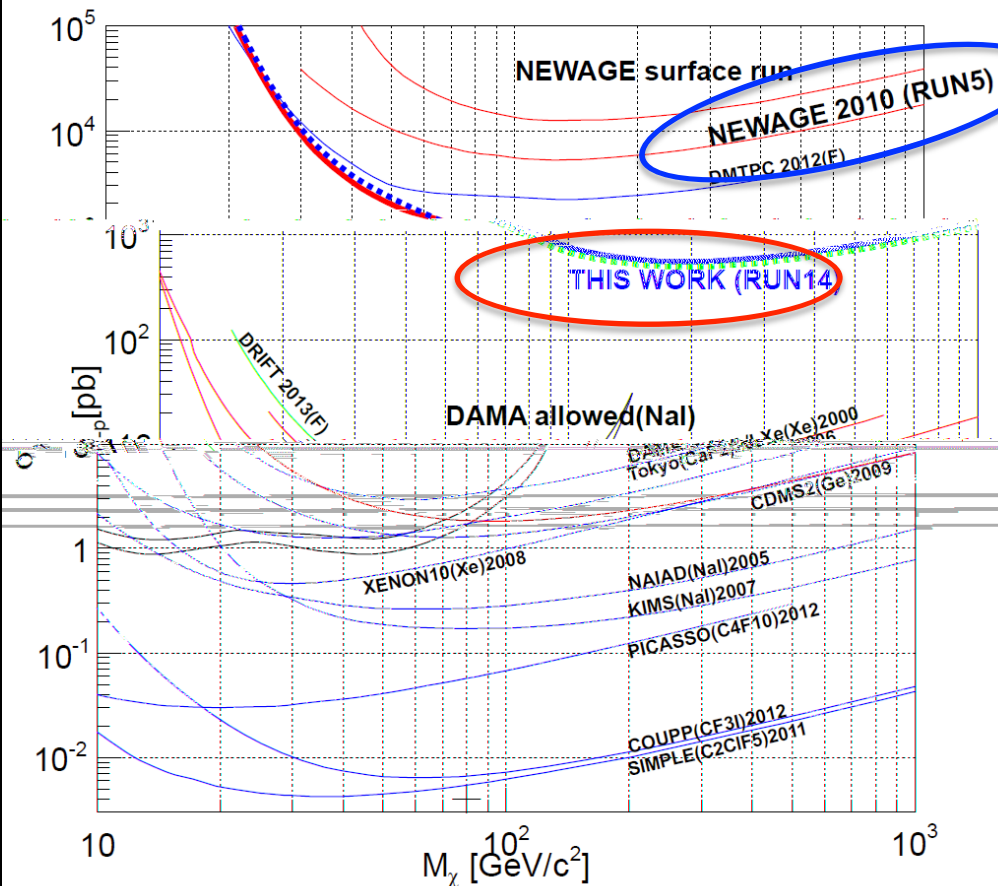


最新のDM測定

条件

- period : 2013/7/20~8/11, 10/19~11/12
- live time : 31.6 days
- fiducial volume : 28×24×41 cm
- mass : 10.36 g
- exposure : 0.327 kg · days

SD 90% C.L. upper limits and allowed region



観測されたエネルギースペクトル

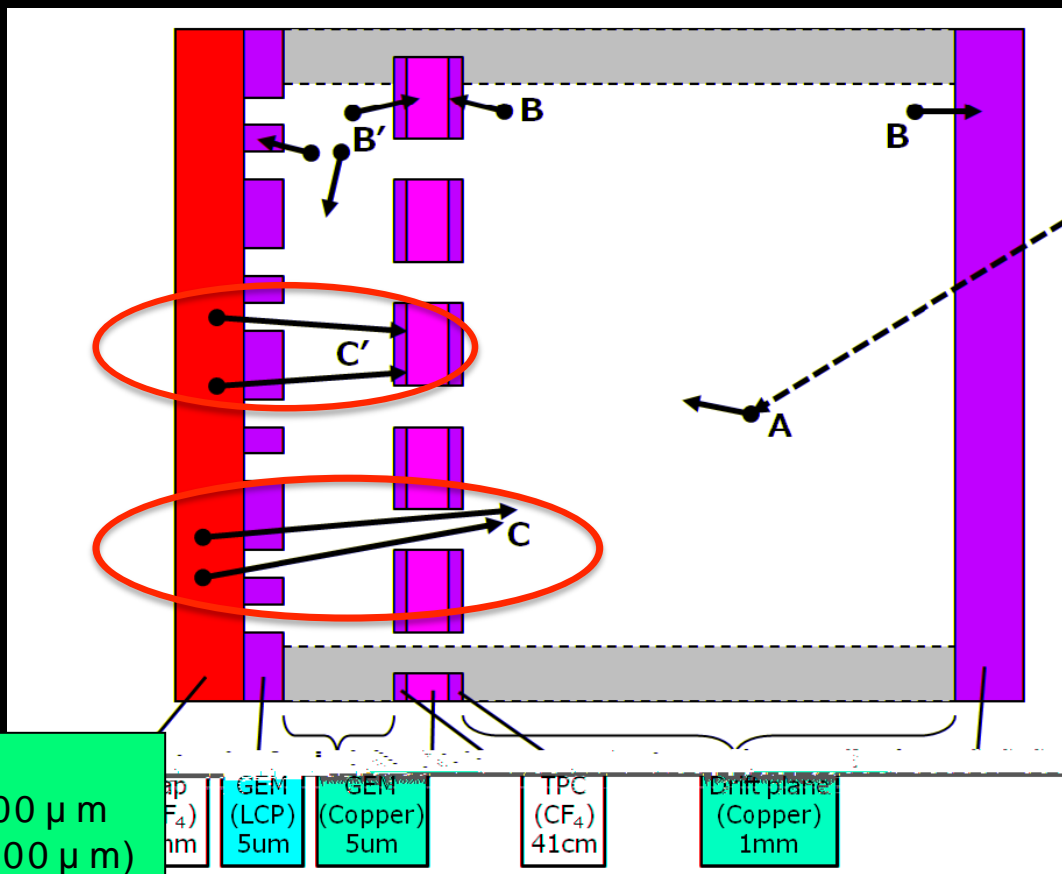
—
—
—



1. NEWAGE
2. バックグラウンドスタディー
3. まとめ

BG study (My Work)

- 先行研究より、 μ -PICに含まれるU,Th系列の崩壊により生じる線がBGになる可能性が示唆(右図中C,C)

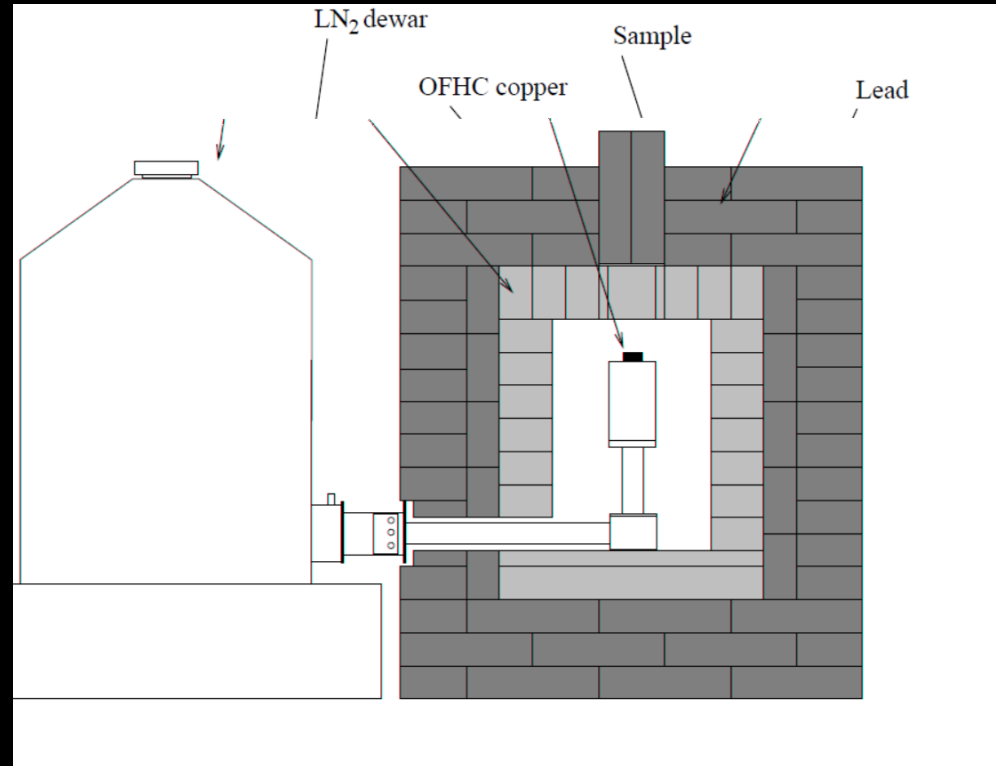


今回の発表は

- 線検出器を用いて μ -TPCの各部分のU,Thの含有量を測定
- 測定値を用いてシミュレーション

γ線検出器

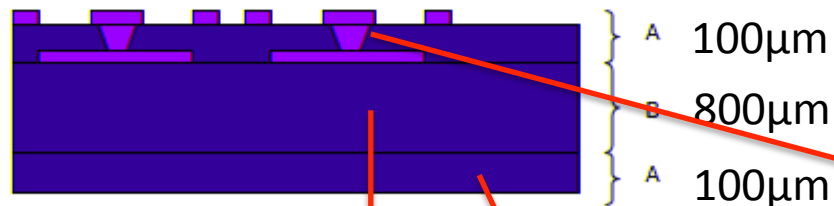
- HPGe検出器（東大みのわ研）



	Hon
Product	EG&G O
Model	GEM-2
Shape	Coax
Diameter	57.1mm
Length	54.6mm
Volume	134cm ³
Endcap	Mg(1.5mm)
Shield(inner)	7cm(7.1mm)
Shield(outer)	15cm

U,Th測定

- μ-PIC全体、ポリイミド100 μm、ポリイミド800 μm、メッキ液(CuSO₄)、GEMに含まれているU,Thの量をHPGe検出器を用いて測定



μ-PICの断面図



メッキ液72g



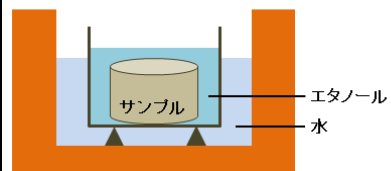
GEM(LCP+銅)27g

ガラス繊維で強化されたポリイミド(左: 800 μm134g、右100 μm35g)

U,Th測定

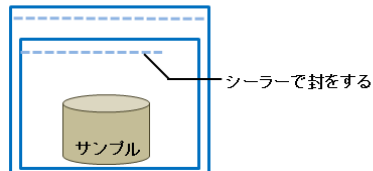
- 精密に測定するには

① 超音波洗浄



20分以上超音波洗浄を行う

② EVOH袋詰め

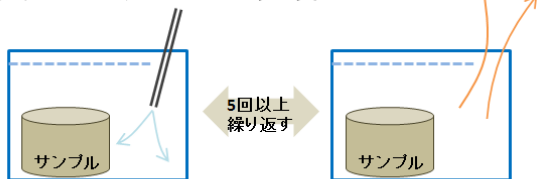


EVOHの袋に二重に入れる



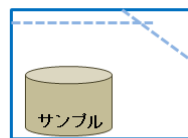
地下実験施設へ

③ ラドンフリーエア充填

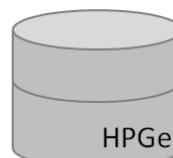


内袋にラドンフリーエアを入れ、空気抜き口を密封する

④ 密封



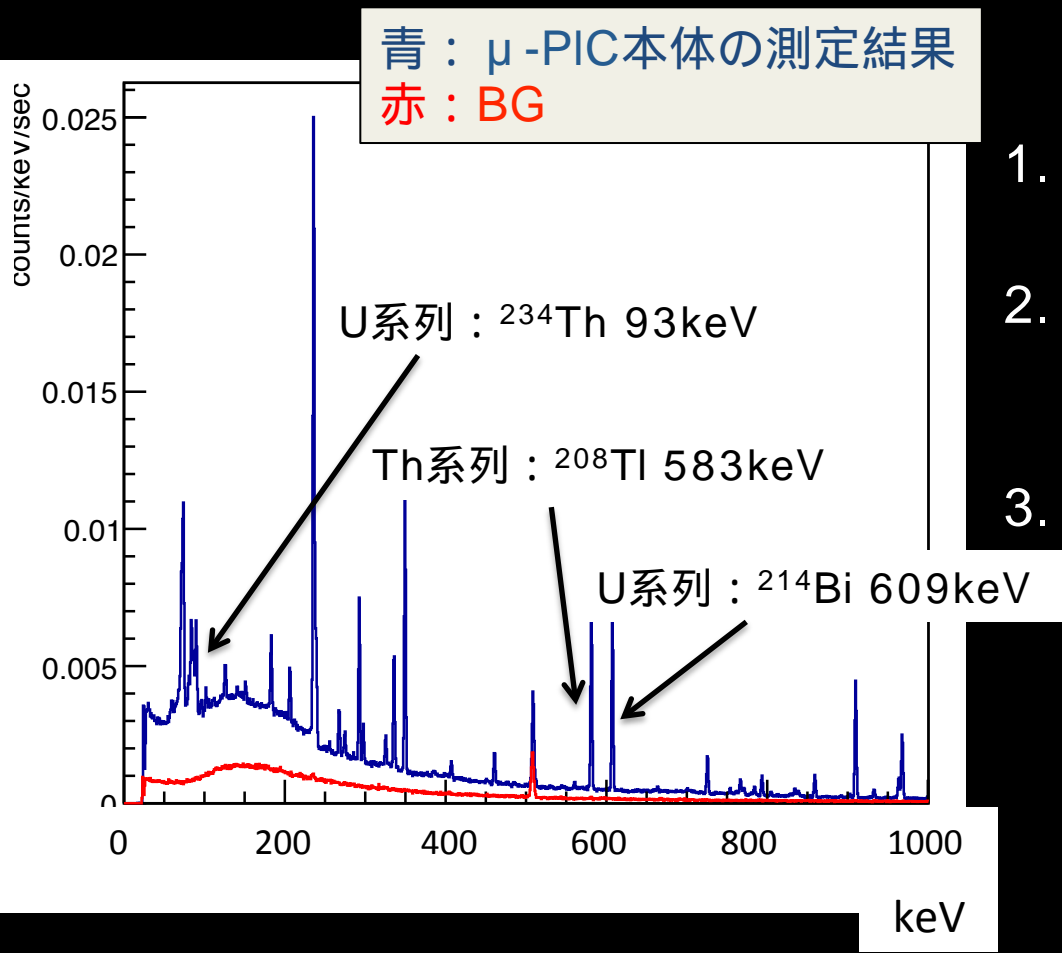
⑤ 測定



検出器へ

測定結果

エネルギースペクトル（一例）

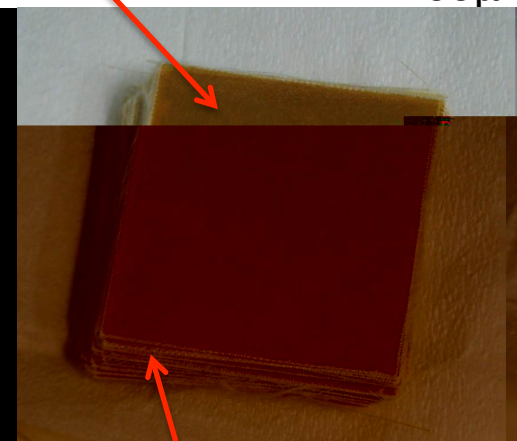
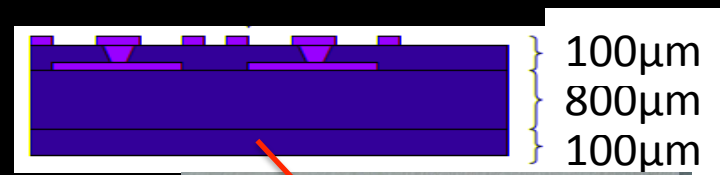


1. U系列は609keV、Th系列は583keVのカウントレートを測定
2. 検出効率、分岐比、放射平衡を考慮に入れ、U,Thの崩壊レートを見積もる
3. U,Thの原子量、サンプルの質量を考慮に入れて[g/g]で含有量を算出

U,Th含有量

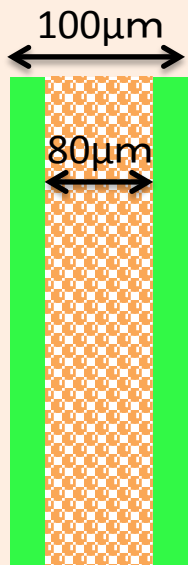
	[g]	$^{238}\text{U}[10^{-6}\times\text{g/g}]$	$^{232}\text{Th}[10^{-6}\times\text{g/g}]$
$\mu\text{-PIC}$	169.56	0.60 ± 0.13	2.94 ± 0.62
ポリイミド 800 μm	134	0.450 ± 0.096	1.95 ± 0.41
ポリイミド 100 μm	35	0.401 ± 0.084	1.83 ± 0.39
CuSO_4	72	<0.025	<0.042
GEM	27	<0.022	<0.100

- 先行研究より詳細な結果が得られた
 - 先行研究ではU,Thの合計量が得られていた (Uならば $0.9[10^{-6}\times\text{g/g}]$,Thならば $2.2[10^{-6}\times\text{g/g}]$)
- **ポリイミドにU,Thが多く含まれている**
 - 原因はおそらく補強材のガラス
- ポリイミド100 μm の測定値を用いてシミュレーションを行った
 - 下のポリイミド100 μm ,800 μm からでた線は上のポリイミドを抜けれない

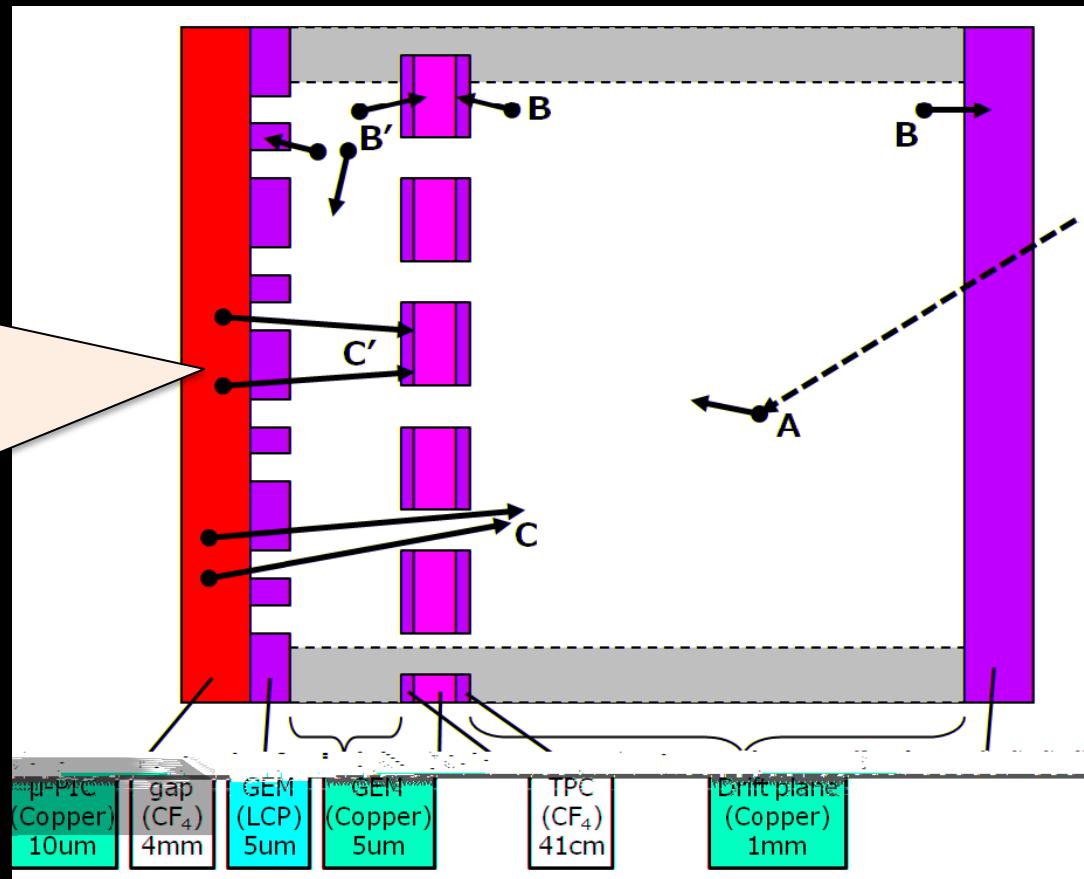


白く見えるものがガラス繊維

シミュレーション

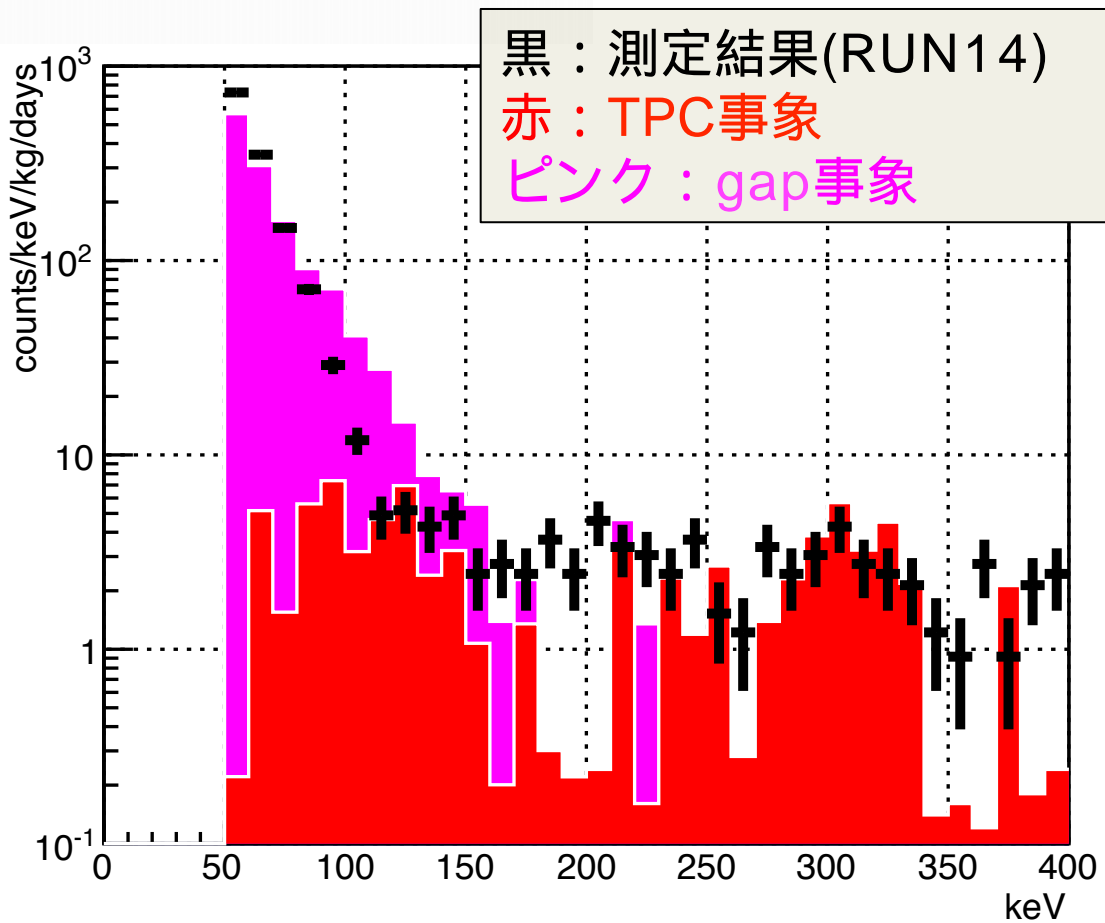
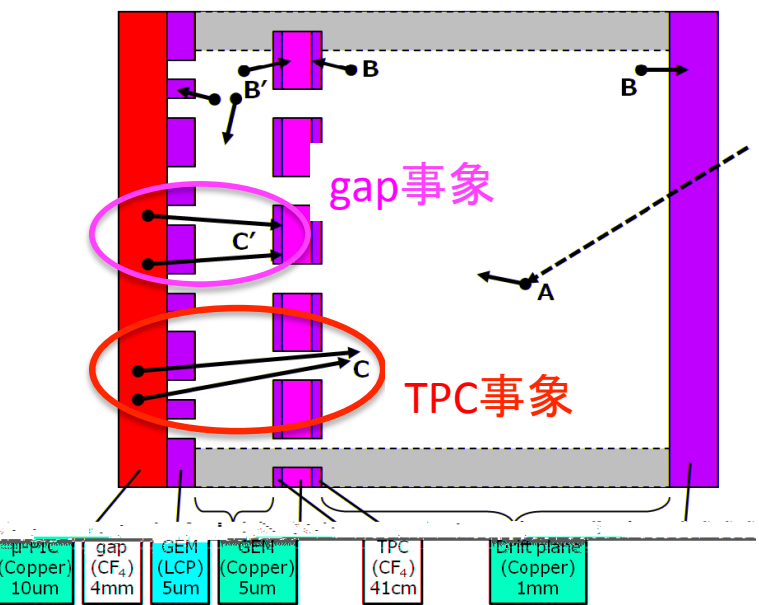


ポリイミド100 μm 部分



- Geant4を用いてシミュレーション
- 上側のポリイミド100 μm 部分のオレンジのところからU,Th系列による線を発生させる

シミュレーション結果

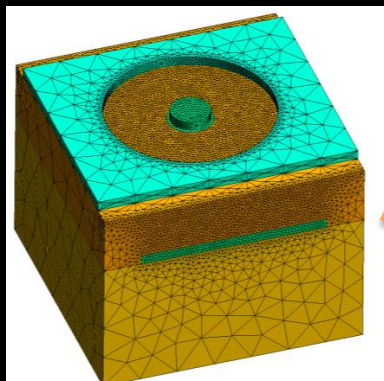


- 線のTPC事象(右図中C)で150~400keVのフラット部分を定性的に説明
- 線のgap事象(右図中C)で50~150keVの立ち上がり部分を定性的に説明

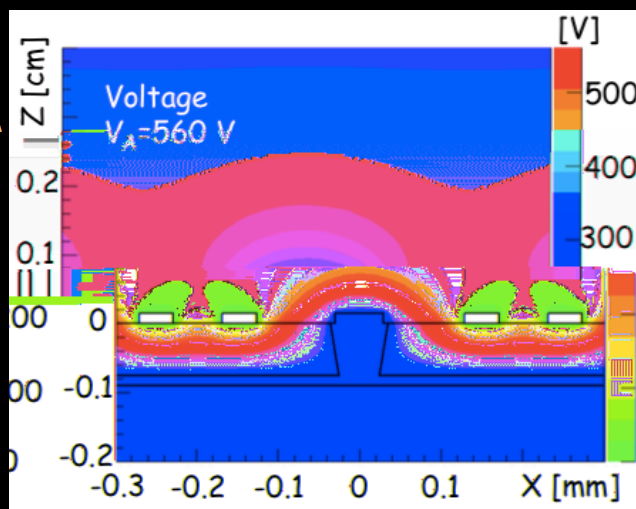
新型 μ PIC開発

- 低バックグラウンド用の材料を用いた μ -PICを開発する必要がある
- 新素材、新製法にした場合でも現行のものと同等、またはそれ以上の性能が出せるか検討する必要がある
 - **garfield++を用いたシミュレーション**

garfield++ ... ガス中での移動、拡散、増幅過程等を計算するシミュレーションソフト



gmshでジオメトリを制作、メッシュを区切る



Elmerで電場計算

garfield++で計算!

まとめ

- BG study
 - HPGe検出器を用いて、 μ -TPCを部分ごとに測定
 - 先行研究よりも詳細な結果が得られた
 - μ -PIC内のU,Th由来の 粒子で、低エネルギー事象を定性的に説明できた
- 将来
 - BGの定量的な理解
 - GEMの信号をコインシデンスに用いる
 - U,Thの少ない μ -PICの開発

今後注目!!