

# NEWAGE9

## ～神岡地下実験報告2～

日本物理学会63回年次大会 2008年3月23日 近畿大学

京都大学 理学研究科 西村 広展

谷森達, 窪秀利, 身内賢太郎, 土屋兼一, 株木重人, 高田淳司,  
服部香里, 上野一樹, 黒澤俊介, 井田知宏, 岩城智

### 1、NEWAGE

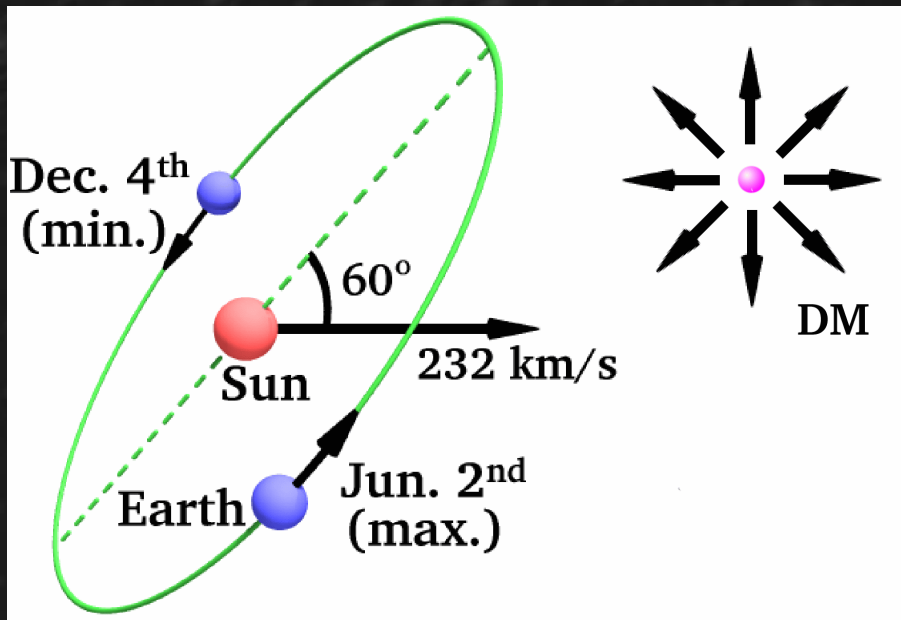
(New generation WIMP search with an advanced gaseous tracker experiment)

### 2、神岡地下実験報告2

### 3、Geant4 BG Study



# 1、NEWAGE

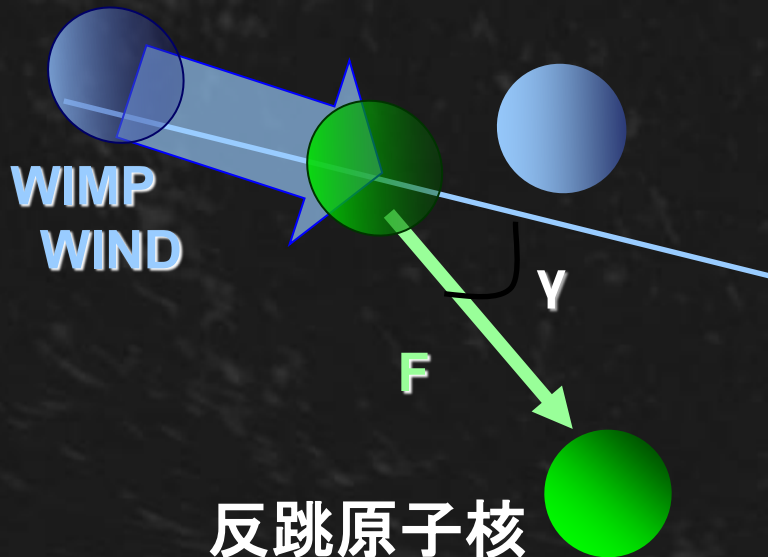


✦ 方向感度をもつ  
WIMP直接探査実験

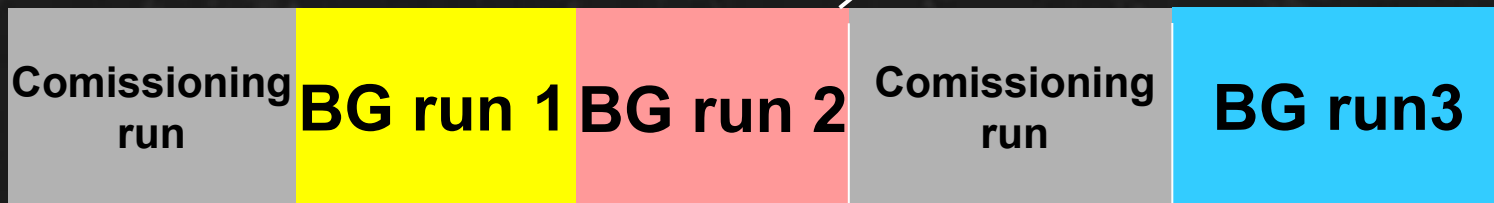
✦ Gas検出器(現状)

- 3D tracker with  $\mu$ -TPC
- $24 \times 27 \times 31 \text{cm}^3$  有感体積
- $\text{CF}_4$  0.2atm 8.7g(fiducial)
- $>100 \text{keV}$
- $\Delta E/E \sim 50\%$  (FWHM) @5MeV
- $\Delta \gamma \sim 15^\circ$  (HWHM)

K.Miuchi et. al.  
PLB654(2007)58



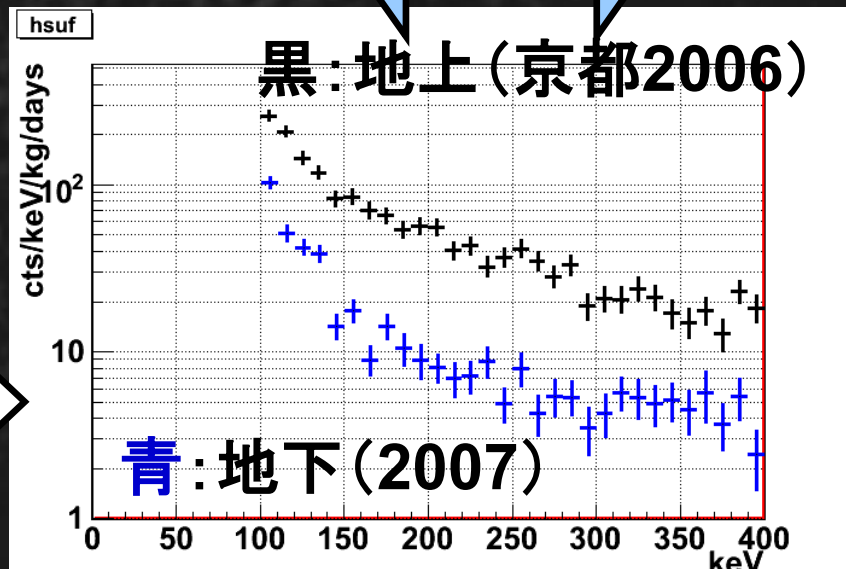
# 2、神岡operation 2007



BG run exposure  
[kg·days]



- 8月よりfull volume run
  - BGイベントは地上runの40%
  - Total 0.61kg·days
- BG $10^{-1} \sim 10^{-2}$





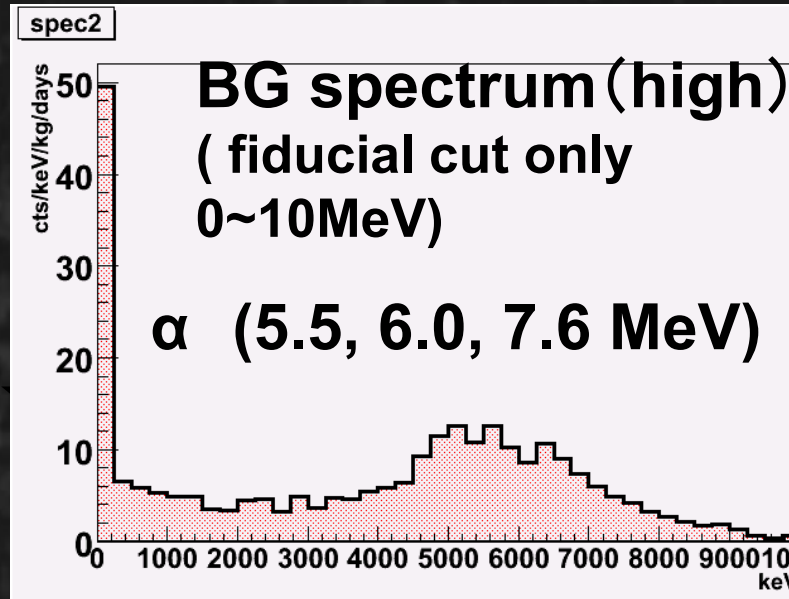
# 3、Geant4 Background Study

## ◆ Background 対策

Backgroundの理解が必要＝現状スペクトルの理解。  
原因箇所(ガス・ドリフトプレーン・GEM・ $\mu$ -PIC等)の特定。

## ◆ Background イベント候補

- 荷電粒子線 → ◎ 特にU、Th各系列の $\alpha$ 線
- $\gamma$ 線・電子線 → × rejection 可能
- その他 → ▲ 電気ノイズ



## ◆ 100keV付近のエネルギースペクトルの説明

$\alpha$ 線のエネルギー 4MeV~7MeV

崩壊位置、飛跡によって検出器に落とすエネルギーがかわる。



# Detector Geomety

ドリフトプレーンCu 3mm

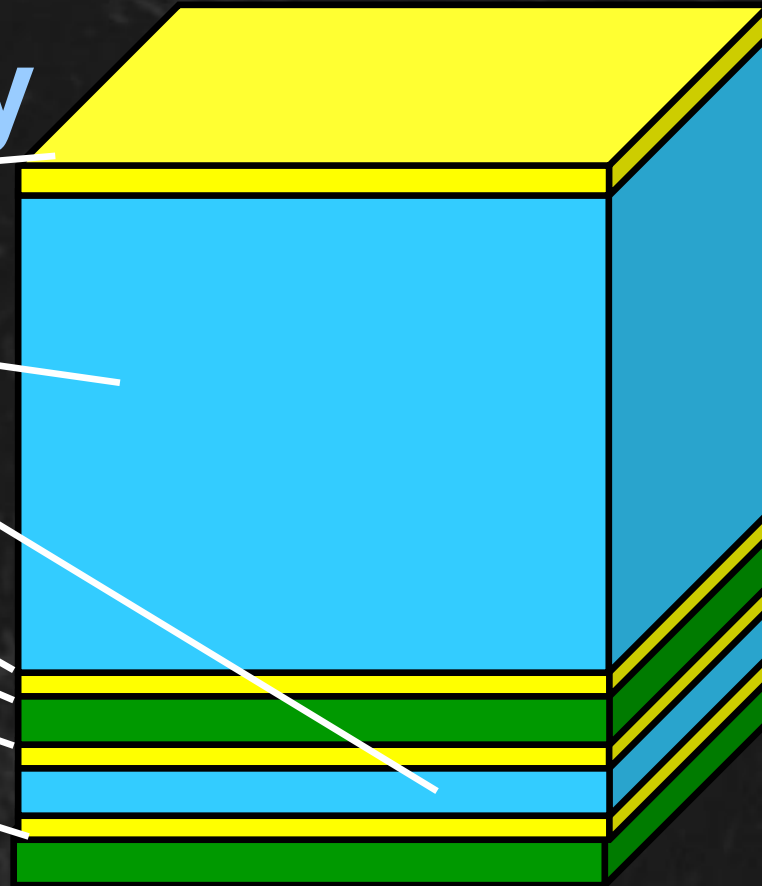
ガス (Detection area)

GEM上面 5 $\mu$ m Cu

GEM中 ポリイミド50 $\mu$ m

GEM下面 5 $\mu$ m Cu

uPIC面 5 $\mu$ m Cu



## simulation

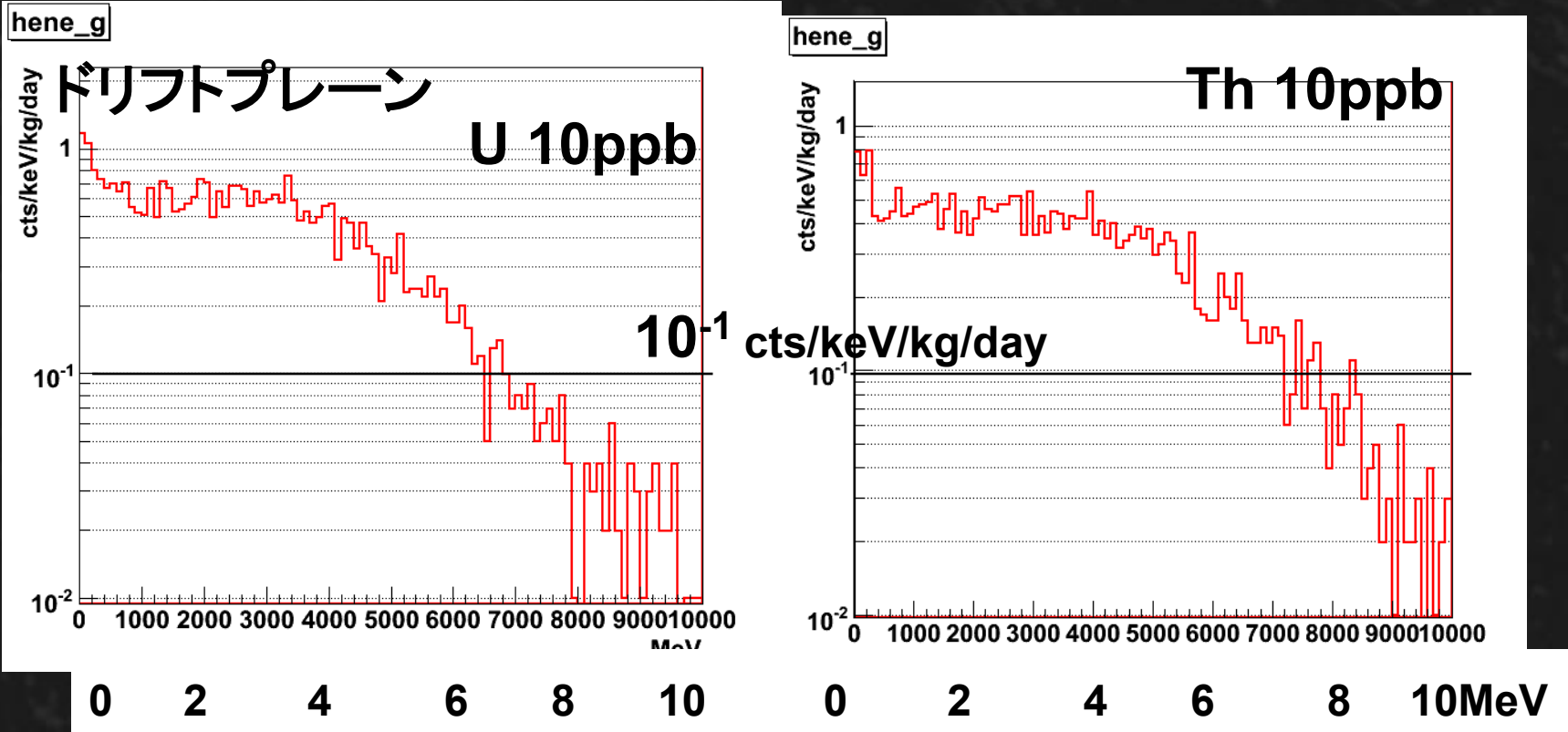
1. Drift plane, GEM, uPIC, gas それぞれにおいてU系列、Th系列の $\alpha$ 線を発生。崩壊位置はそれぞれの物質中で一様
2. Detection area に落ちたエネルギー・場所を分解能を考慮してoutput。

GEM-uPIC間はGEMゲインなしなのでdEは半分とする

3. 実データと同じfiducial volumeでcut

→上下面はcutなし

# ドリフトプレーン中のU,Thの影響

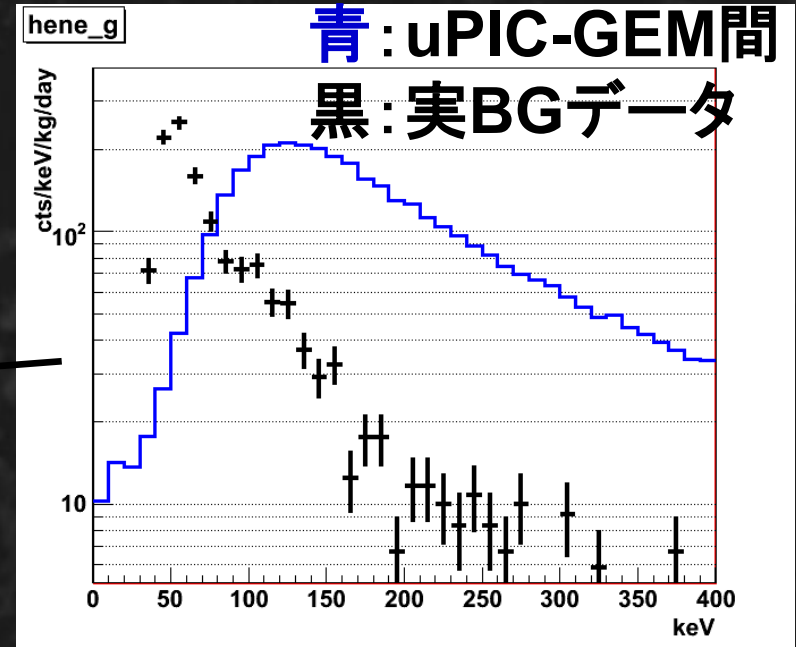
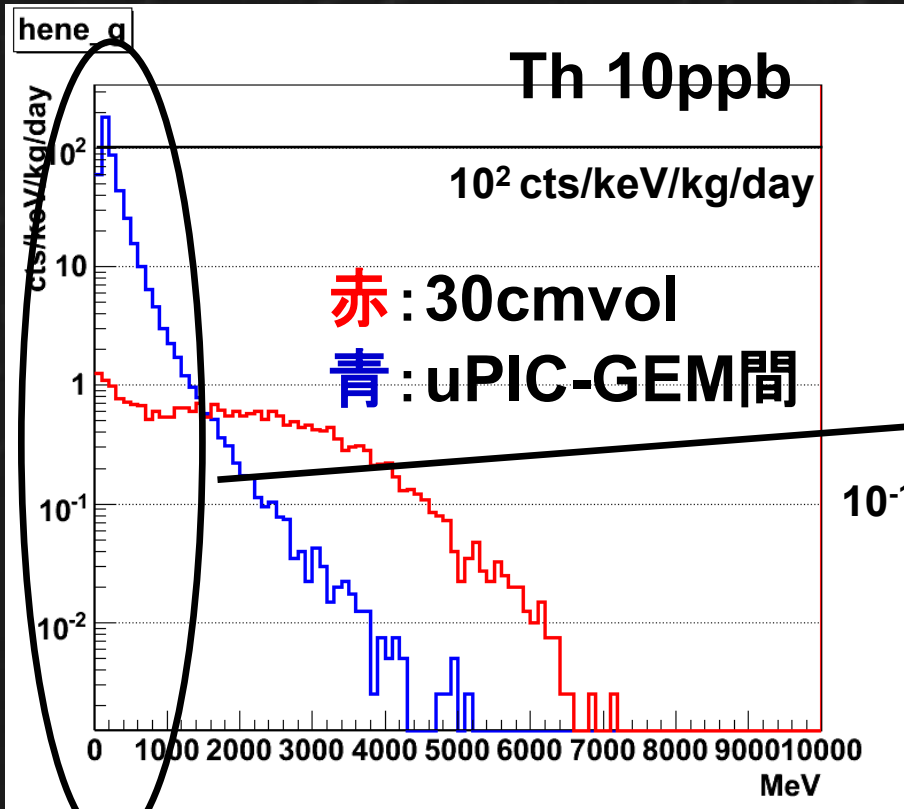


- Cu中でエネルギー-lossのち放出
- 5~8MeV→2~7MeV
- 数100keV以下で増える傾向
- 10ppb → ~1cts/keV/kg/days



# GEM中のU,Thの影響

GEM全体にU,Th  
が分布と仮定



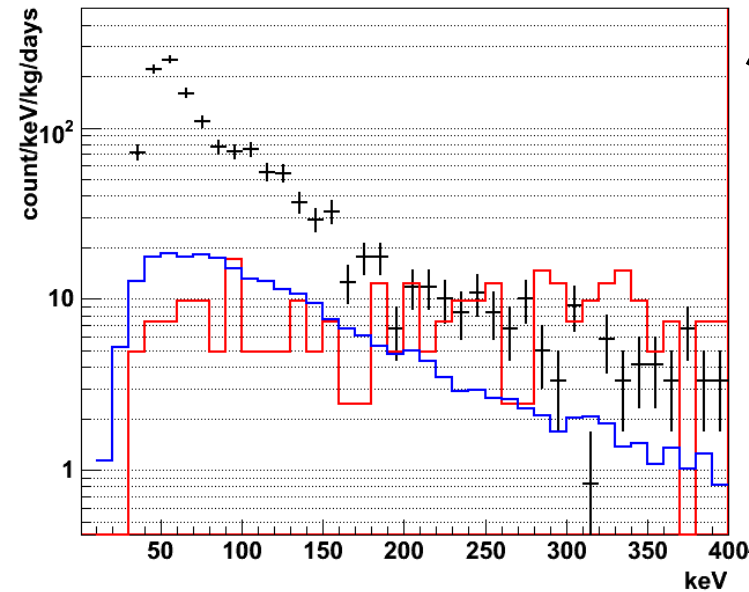
0~400keV低エネルギースペクトル

- uPIC-GEM間は増幅されないので低出力
- Uについても同様。
- メイン検出部(赤)はDriftPlaneとほぼ同じスペクトル
- 実データとの比較
  - GEM中Th $\ll$ 10ppb

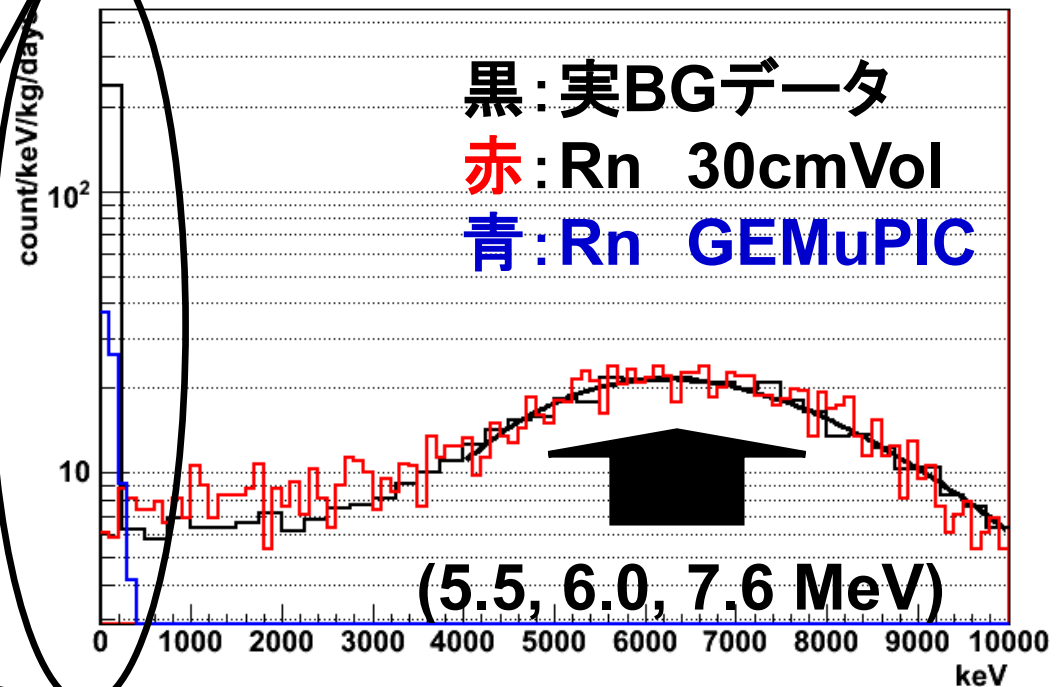
# 噴出Rnガスからの影響

Rnが一様に分布と仮定

FADC



FADCHH



高エネルギー側スペクトル

0~400keV低エネルギー側スペクトル

- ◆ 5~8MeVにピーク
- ◆ ピークで実データにあわせ規格化
- ◆ 低エネルギー側にGEMuPIC間成分
- ◆ 30cm領域でも数cts/keV/kg/days



# BackGround Study まとめ

## ◆ DriftPlane(天井) とGEM(上向き成分) :

- 現状は影響小
- 10ppb → 1cts/keV/kg/days なので

<1ppb 目標

## ◆ uPIC-GEM間:

- GEMから
- uPICから
- 空間Rnから

低エネルギーに強い寄与。  
他の影響の $10 \sim 10^2$ 倍  
これらの混じり合わせで現状  
の可能性あり。

U,Th,Rnの分布の一様性

## ◆ Rn(30cmvolume中)

- 現状10%程度の寄与。数cts/keV/kg/days  
 $10^{-1} \sim 10^{-3}$ の削減が必要

# BackGround 現状の対策計画

- ◆ **DriftPlane(天井) とGEM(上向き成分) :**
  - 材質選定: 無酸素銅 導電性テフロン
- ◆ **uPIC-GEM間:**
  - GEM 高ゲインRUN: スペクトルが左に。
  - GEMなし: uPIC単体 2007年版より歩留まり大幅改善  
→uPICのBG源削減が必要? 要確認
- ◆ **Rn(30cmvolume中)**
  - Rnフィルターとガス循環により除去。



準備中

◆ **高さ方向の情報取得**  
(完全な粒子線VETOを。)



開発研究中



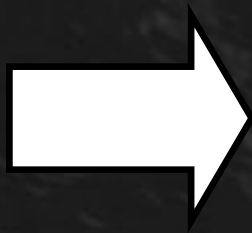
# まとめ

- ◆ NEWAGE 2007年～ 神岡で動作中。
- ◆ Geant4を用いた $\alpha$ 線Backgroundの再現
  - 天井 小
  - GEM – uPIC間効果 大
  - Rn 崩壊成分 中  $>10\% @ 100\text{keV}$

低エネルギー一部の完全な再現は未だ。

各材料のU、Th成分の測定が必要

1cts/keV/kg/daysのレベルではすべて考慮の必要あり



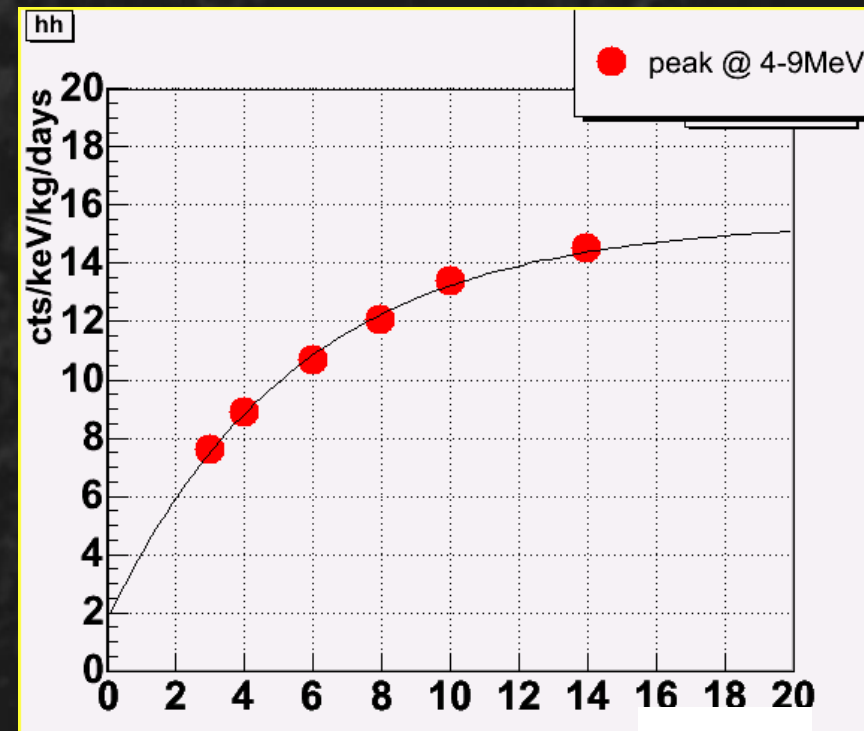
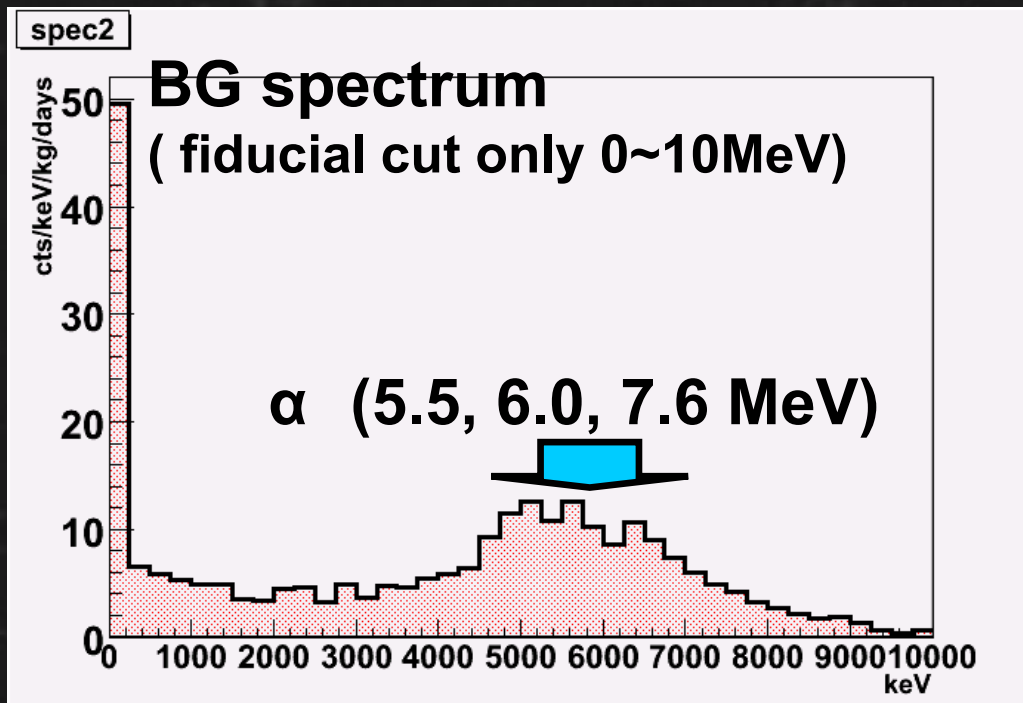
素材選び  
Rn除去フィルター

高さ情報取得



# Background Origin

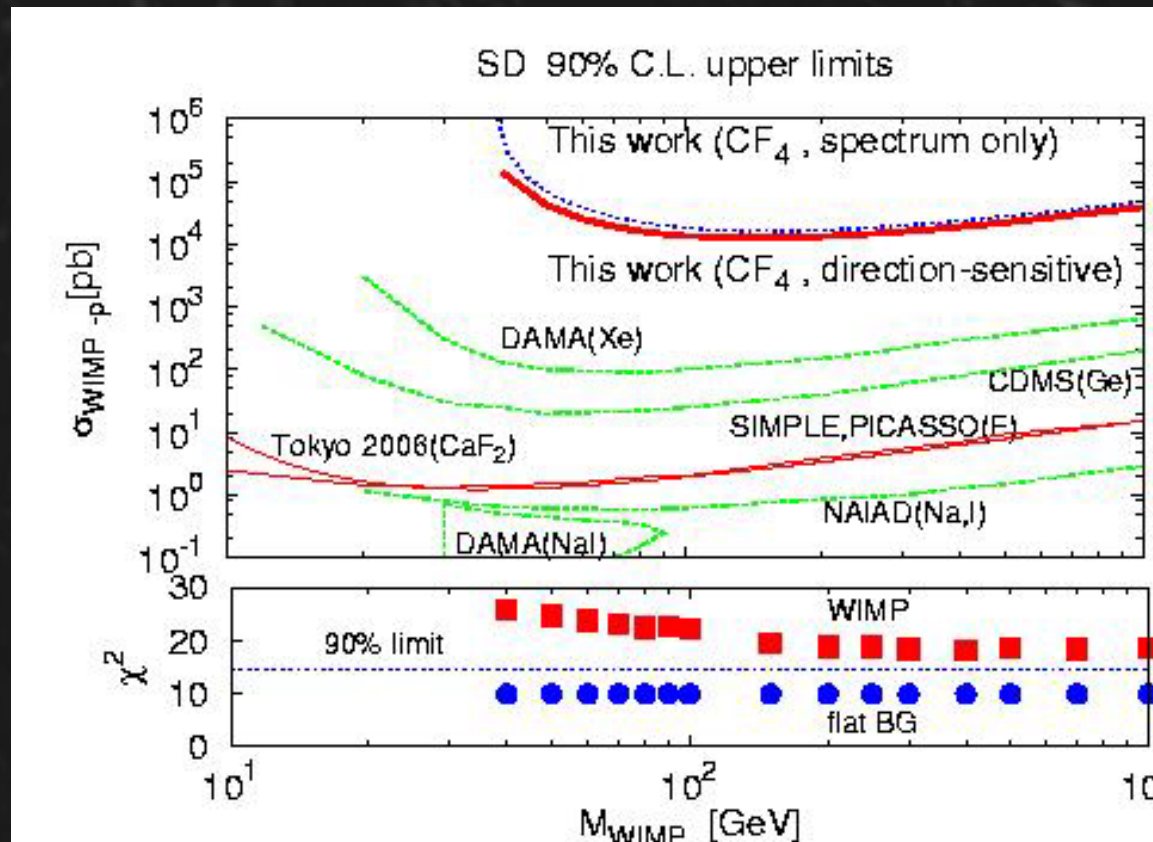
- ◆ alpha or heavy particle (Inside Chamber)
  - $^{222}\text{Rn}$  in U chain:
  - U , Th in drift plane and GEM



# 目標

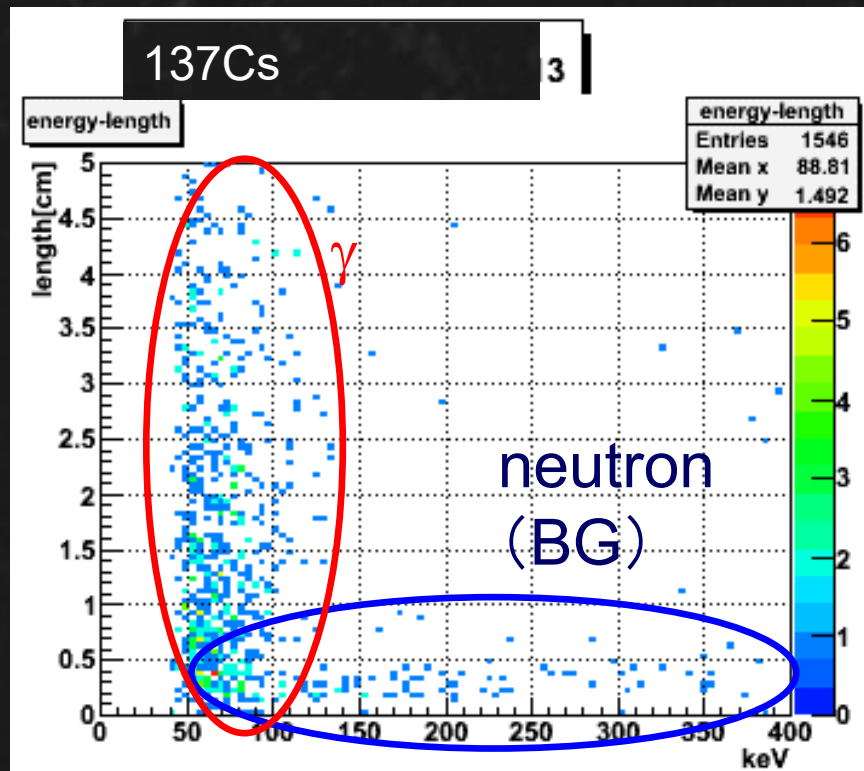
- ◆ 現状  $10^4$  pb
- ◆ 当面30cm cube  
→  $10^0 \sim 10^{-1}$

Ethを下げて1桁  
BGrateで3桁下げる



# TPC performance gamma-ray rejection

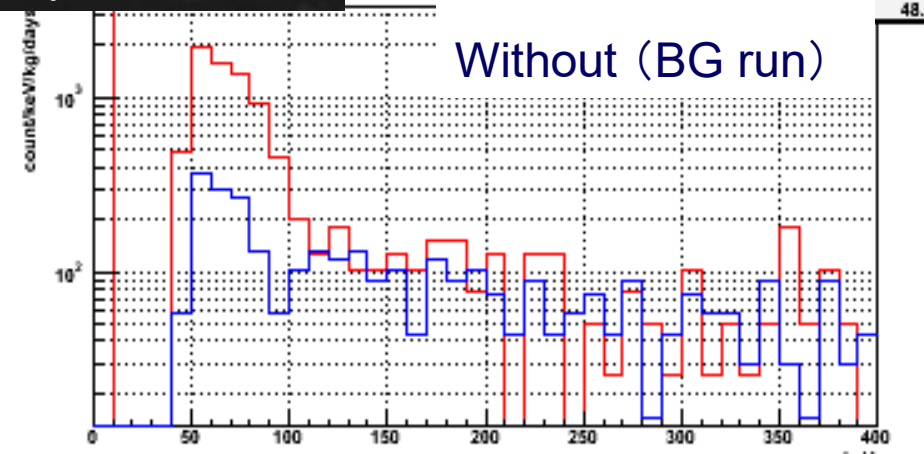
- gamma-rays from  $^{137}\text{Cs}$



Spectrum

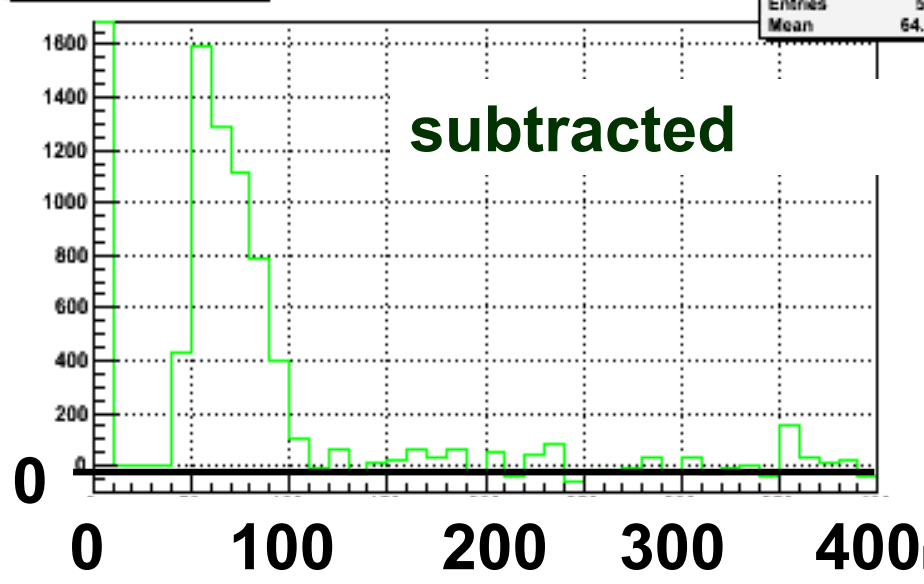
With  $^{137}\text{Cs}$

Without (BG run)



subtraction

subtraction



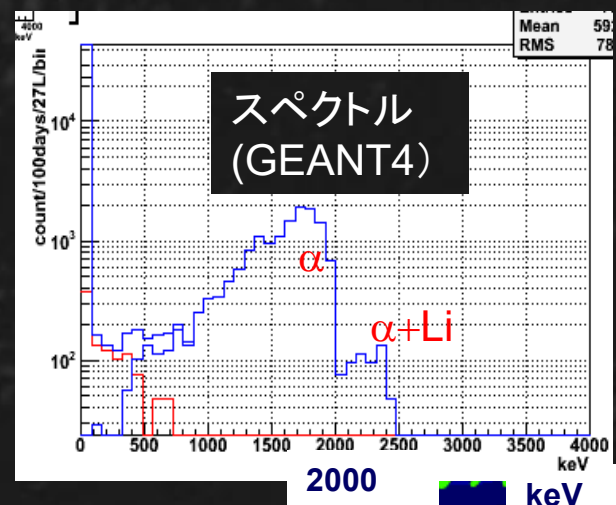
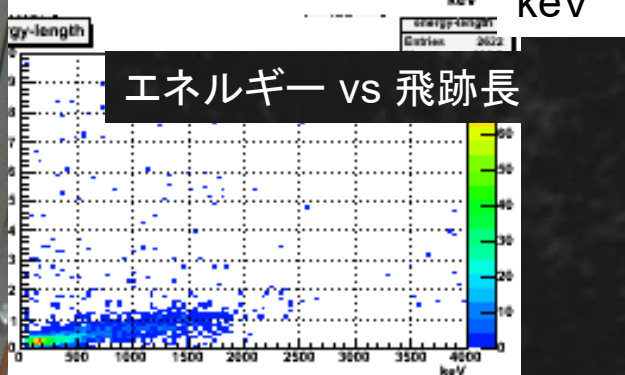
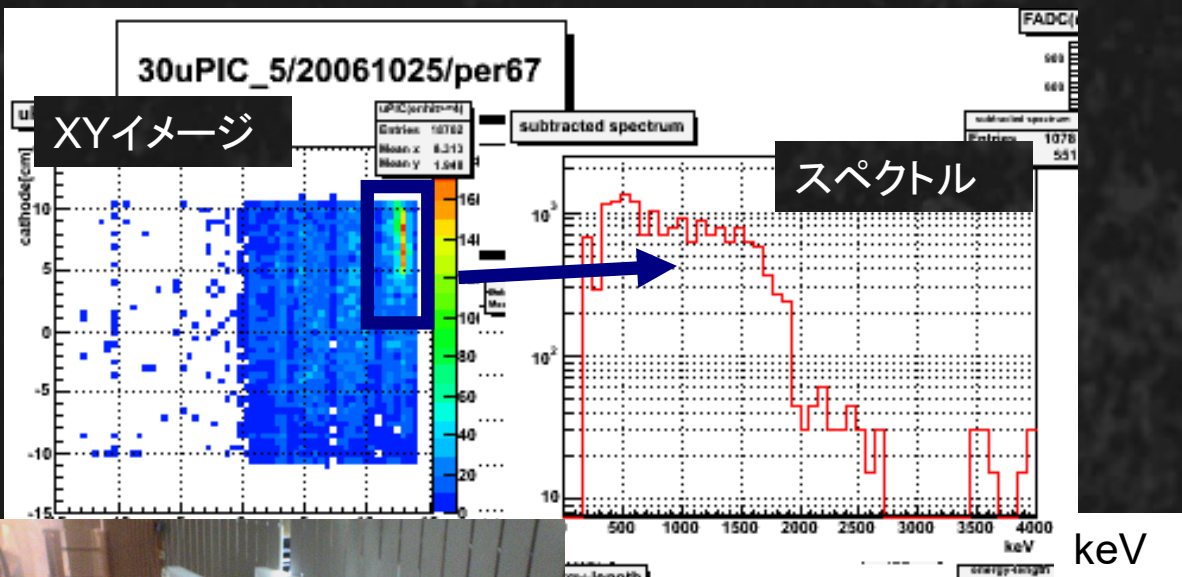
gamma efficiency  $< 2e-4$  (statistics limited)  
 $\geq 100\text{keV}$



# 検出器応答

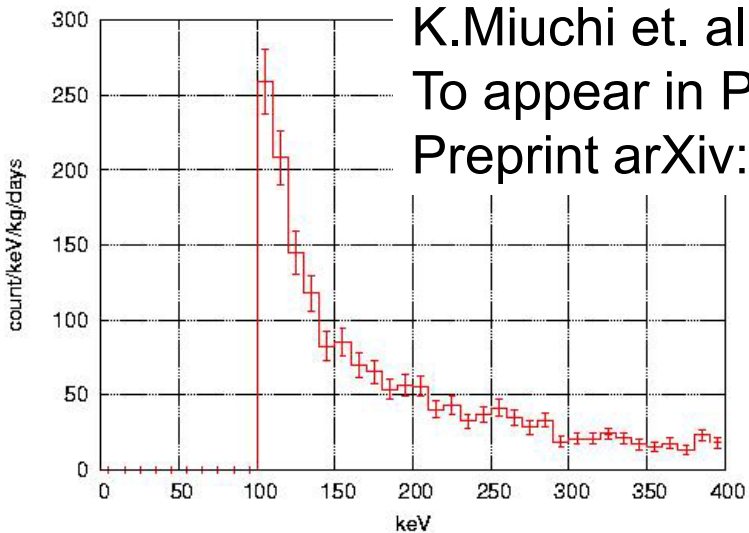
## ● エネルギー校正

- ガラスに蒸着した $^{10}\text{B}$  (厚さ $0.6\mu\text{m}$ )
- ドリフトケージ内部にセット、外から $^{252}\text{Cf}$ の中性子を減速して照射
- $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$  反応 ( $Q=2.70\text{MeV}$  1.8MeV for  $\alpha$ )
- 原子核による校正、低エネルギーへの線形性は別途確認示す必要あり
- 現状では、校正には6時間程度、見せれる絵には12時間程度かかっている



# 地上RUN

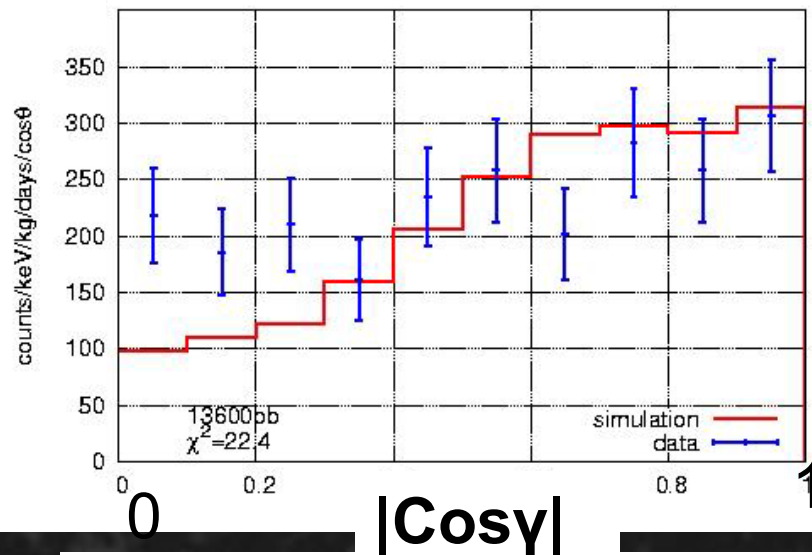
K.Miuchi et. al.  
To appear in PLB  
Preprint arXiv:0708.2529



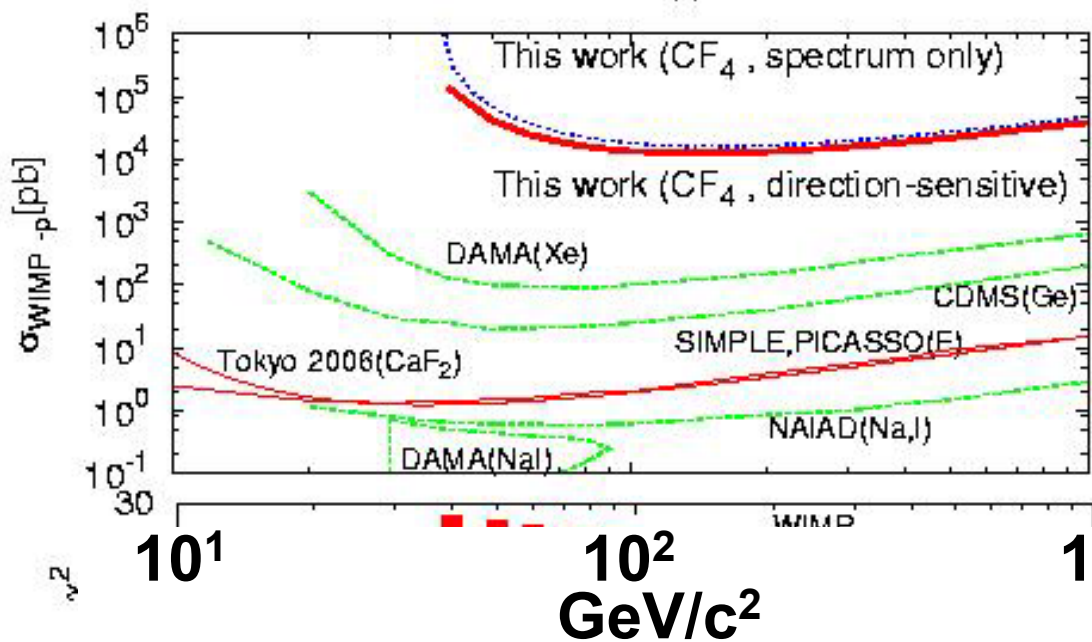
## Cosy distribution

dru

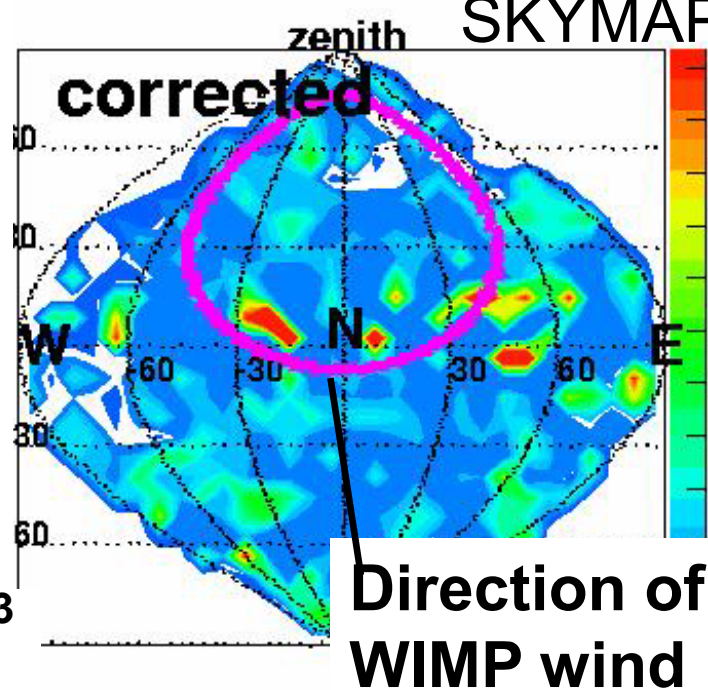
$M_\chi 100\text{GeV (100-120keV)}$



SD 90% C.L. upper limits



## SKYMAP



# ◆ Our Plan of direction sensitive DM serch

## ● Gas target + 3D tracking device (next section)

- Tracking recoil nucleus
- Gamma rejection by  $dE/dx$

## ● Goal: Detect the WIMP-wind (2010~)

- underground-low pressure (  $\text{CF}_4$  0.05 bar )
- large volume (  $1\text{m}^3 \times N$  )

## ● CURRENT:

- $\text{CF}_4$  0.2 bar
- $23 \times 27 \times 30 \text{ cm}^3$

