

ガス飛跡検出器による暗黒物質探索実験

京大理 身内賢太郎

平成19年度東京大学宇宙線研究所
共同利用研究成果発表会

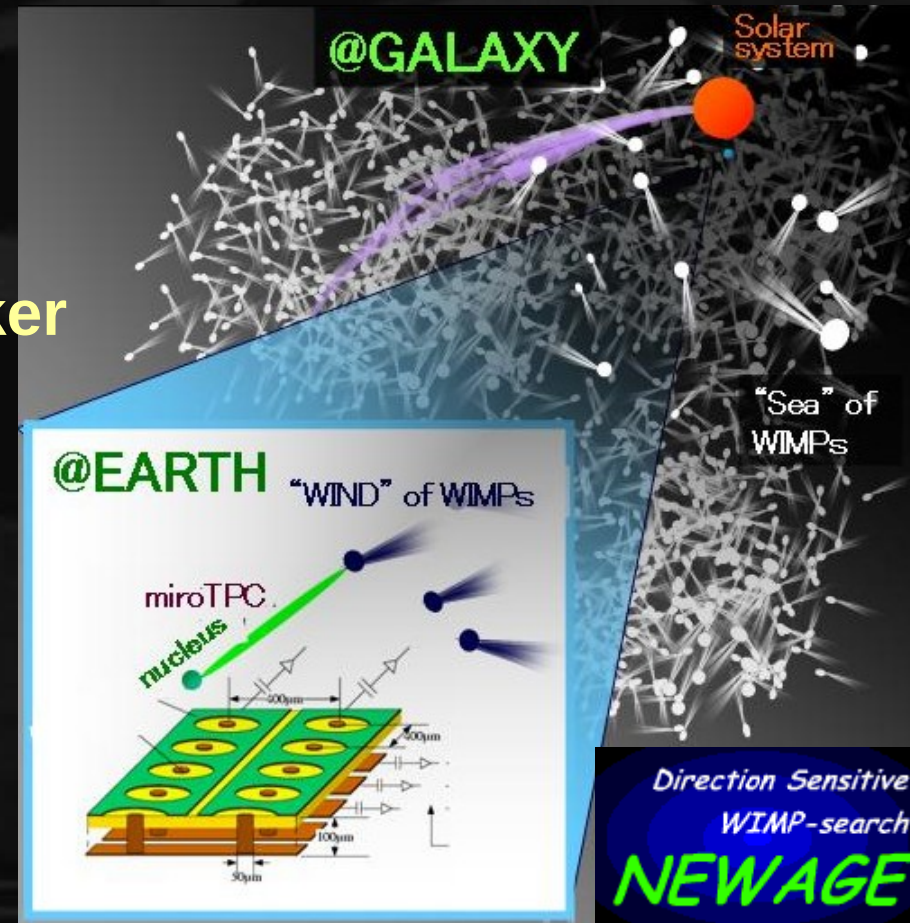
谷森達・窪秀利
土屋兼一・株木重人
高田淳史・西村広展
服部香里・上野一樹
黒澤俊介

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

1 実験概要

2 2007年研究報告

3 2008年以降計画



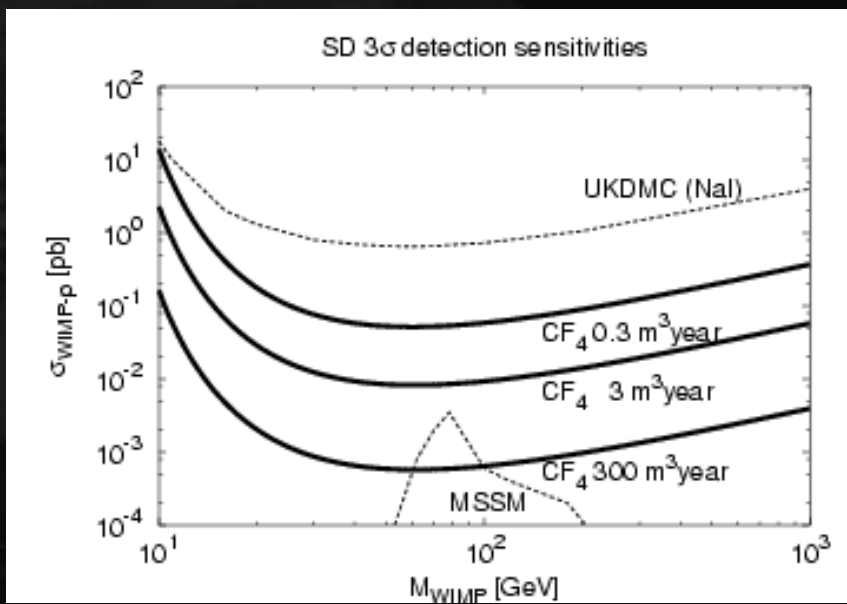
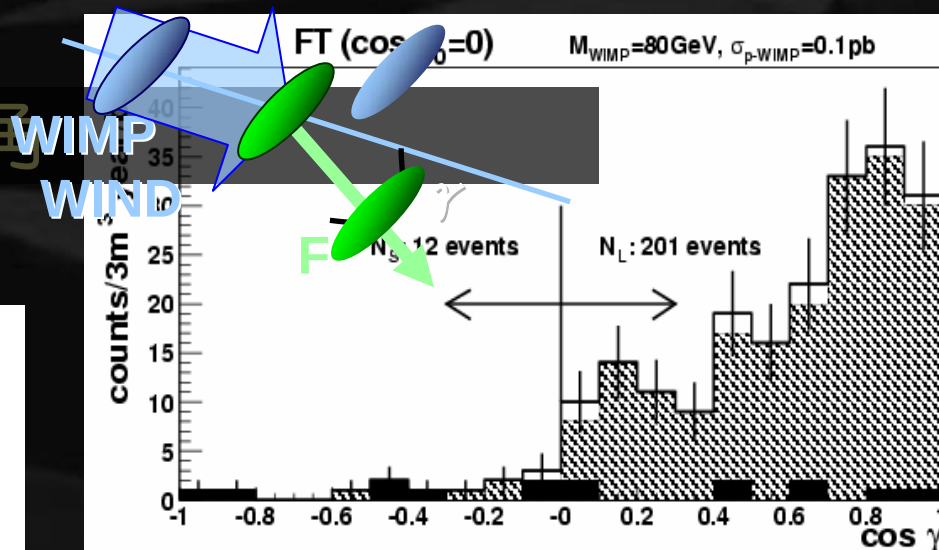
1. NEWAGE 実験概要

◆ Goal: 暗黒物質の風を検出 (2010年~)

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

◆ 現状:

- CF_4 0.2 atm ・ 30cm角



2. 2007年研究費報告

◆ 共同研究予算：20万円配分中17万円使用
(神岡旅費8万円・ガス8万円・運送費1万円)

● 神岡への直納品 神岡からの運送費 鉾山への作業依頼 (2006年度)

など他財源からの支出が難しいものに 有意義に使わせて頂いております。

地下実験室B
2007/1/19



3. 2007年研究報告

◆ 地上実験まとめ

PLB 654 (2007) 58

◆ 地下実験開始

Nishimura@TAUP2007

地上実験

μPIC、マイクロTPC

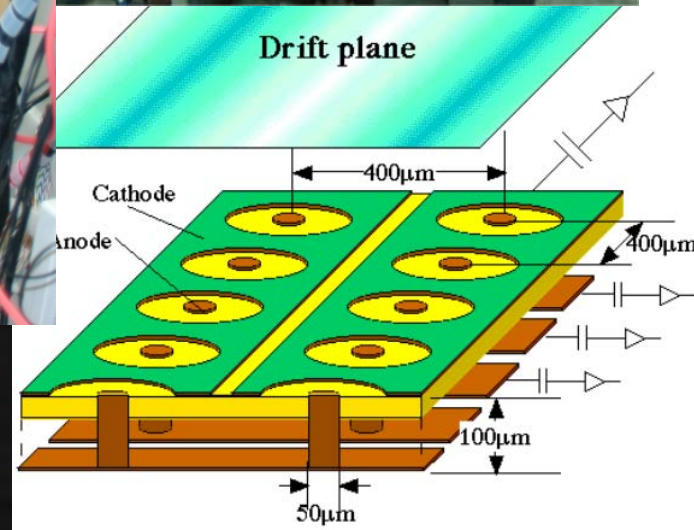
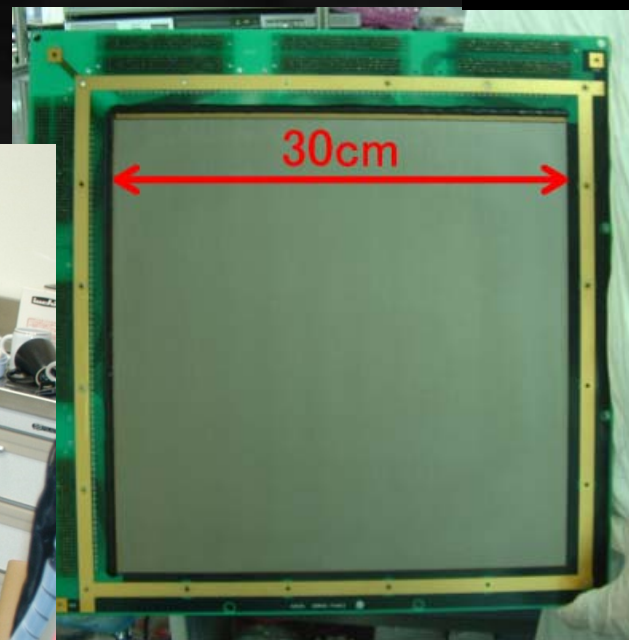
μPIC

検出部

40cm

X 読み出し
(768ch)

Y 読み出し
(768ch)



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

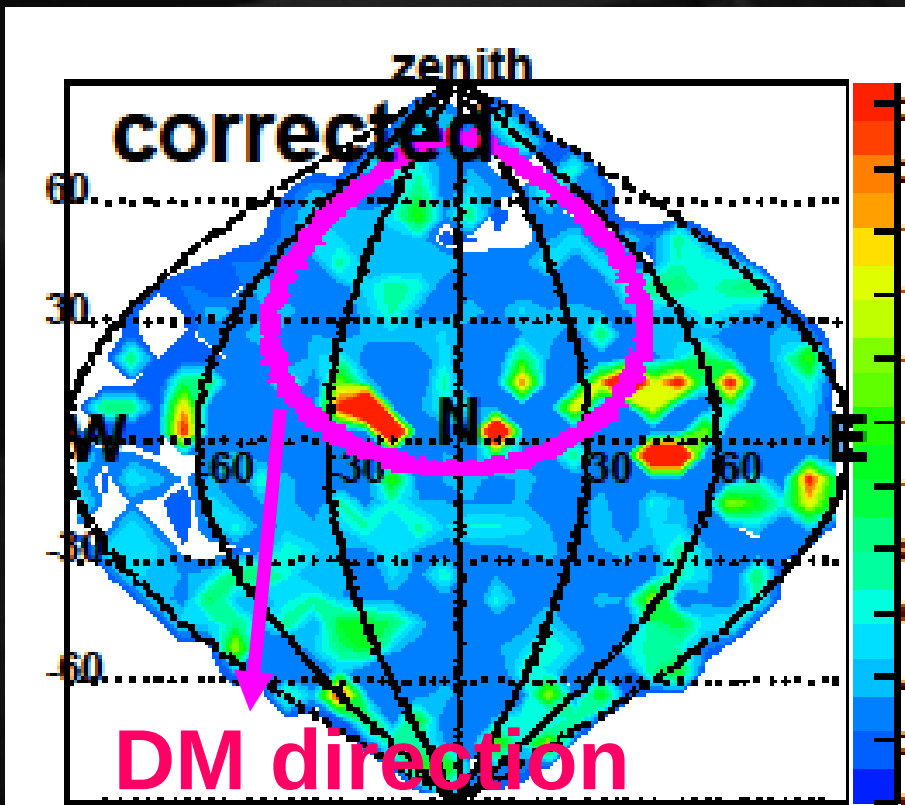
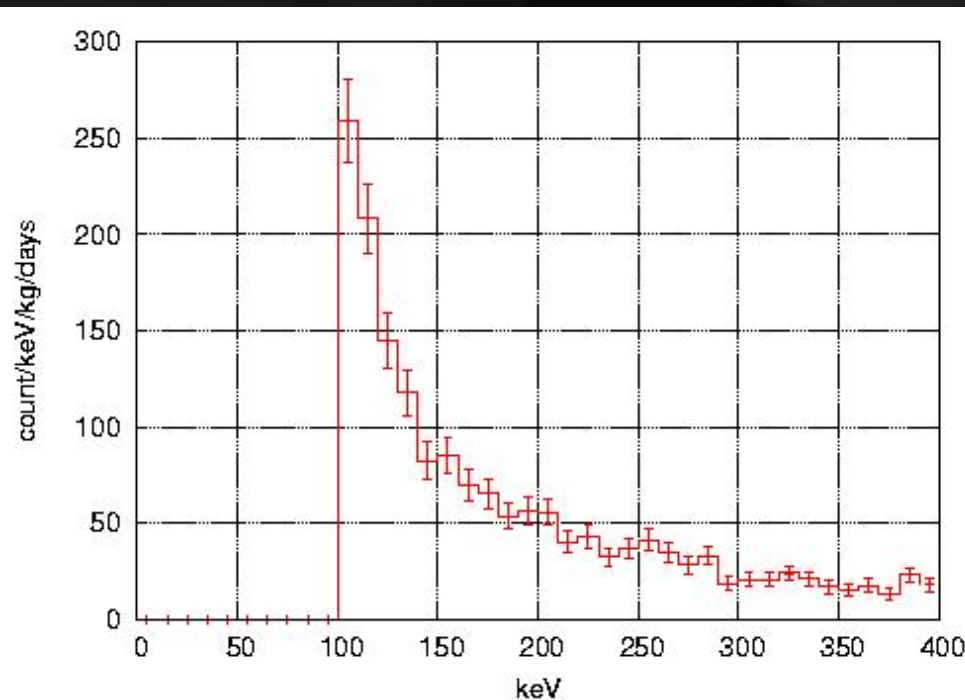
2007年9月30日

Direction Sensitive
WIMP-search
NEWAGE

◆ 地上(京大)でのDM探索実験

- 原子核飛跡を用いた手法では初めて
- 2006 年11月1日 ~ 11月27日
- exposure 0.15 kg days
- シールドなし

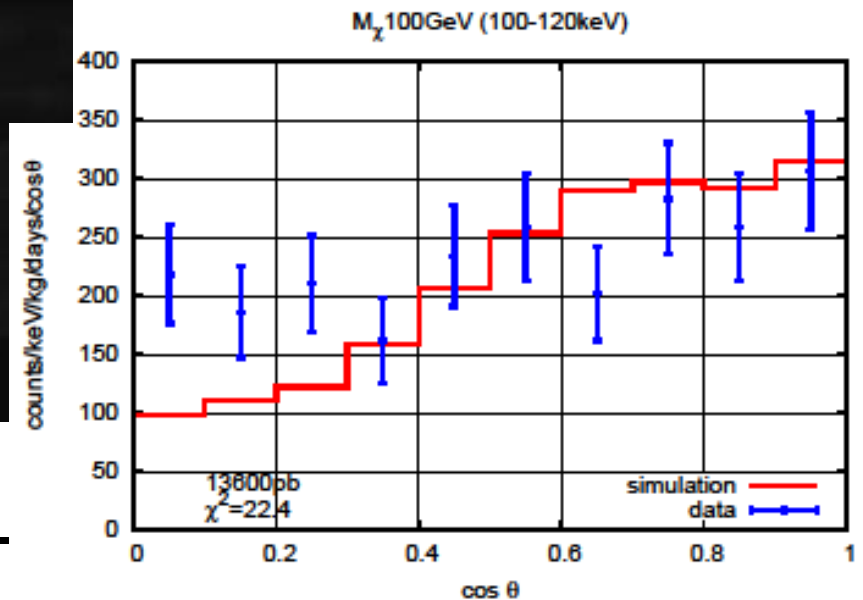
North sky view seen by C and F nuclei
(100-400keV)



Cos θ 分布
(100-400keV)

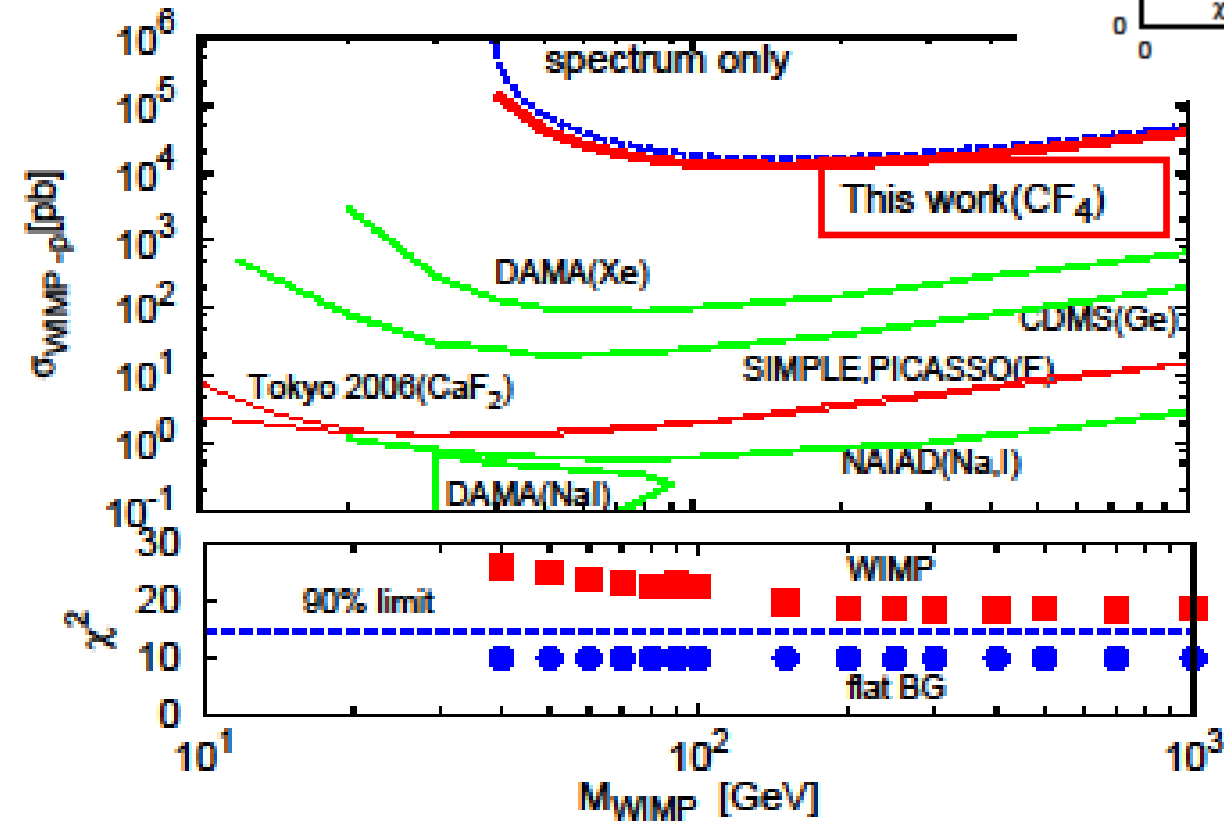
結果

- DMの信号は χ^2 テストで排除
- 方向に感度をもった初の制限
- BGを減らすことで感度向上を。



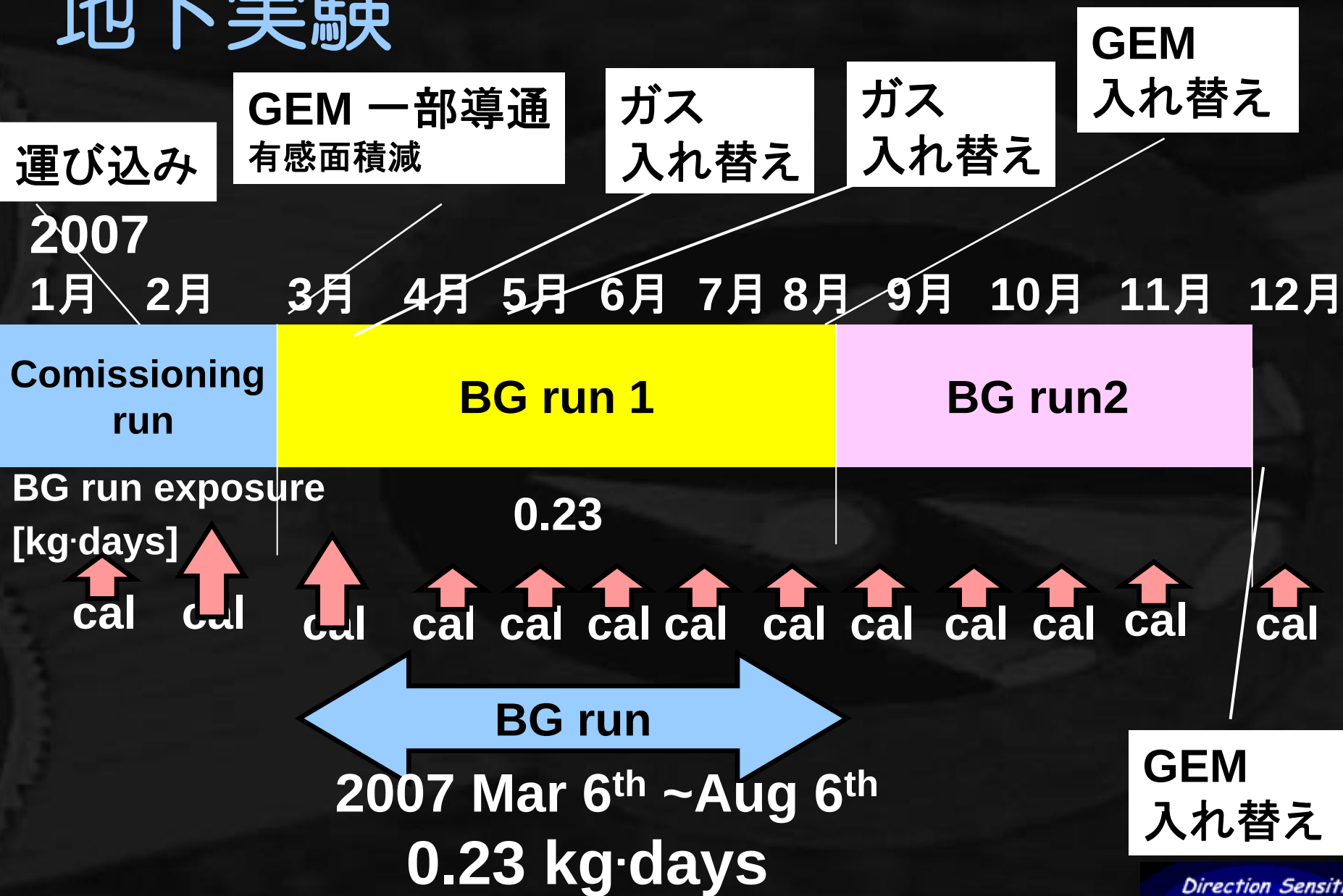
DM limit

SD 90% upper limits



ものすごくエキゾチック
ハローモデルは制限できて
いるはず。

地下実験



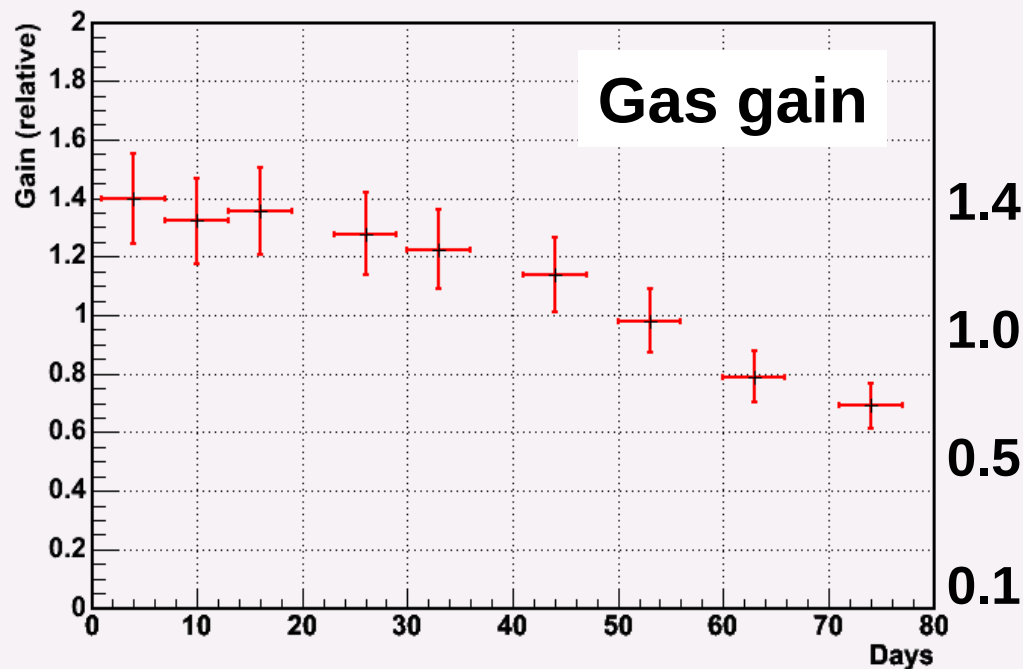
Stability (BGrün1後半)

Gas gain

ゆるやかな落ち込み

10%~20% / month

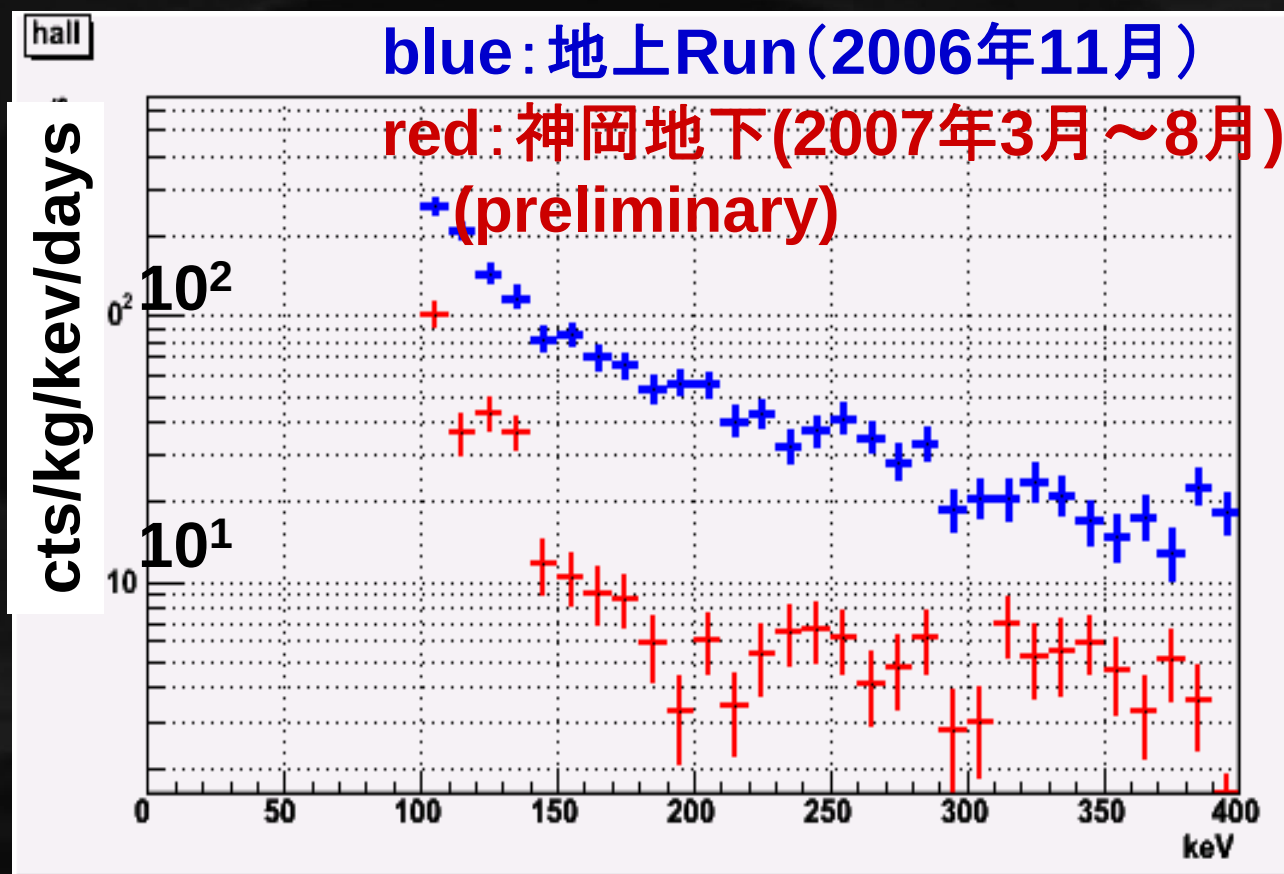
→解析時に補正可能



ガス劣化を防ぐSTUDYを
京都で開始

Spectrum (preliminary)

- BGrün1 2007年 3月~8月
- 0.23kg·days
- BGは40%減
@100keV



中性子FLUXは1/1000以下→検出器起源

Background源・対策

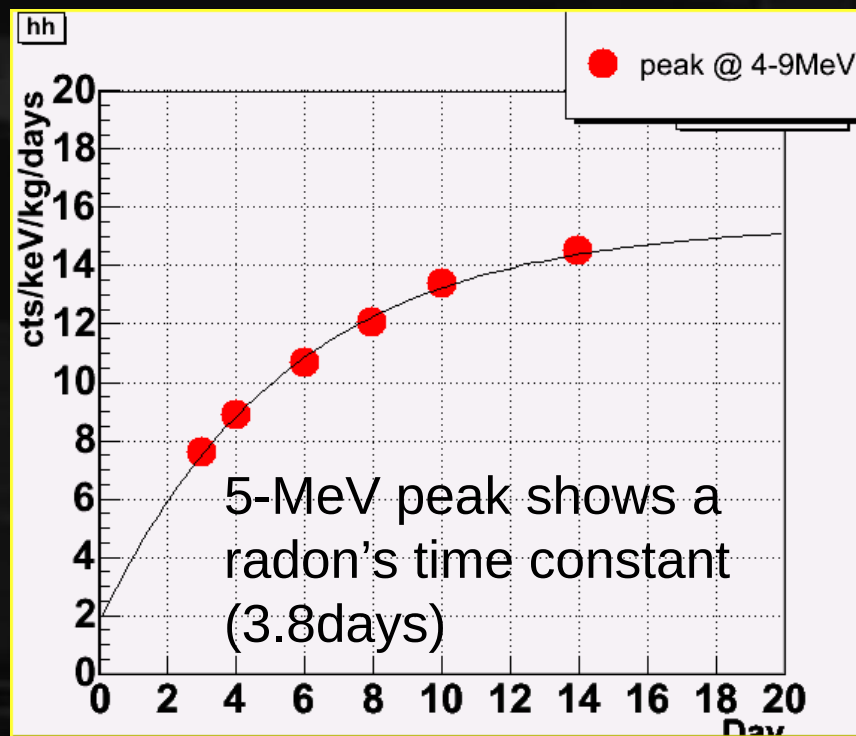
◆ Chamber内の α 線

- Rn → フィルターにより除去

U、Thを含む部品の削減

- 天井と床 (Drift plane、GEM、 μ PIC)

→U、Thの削減



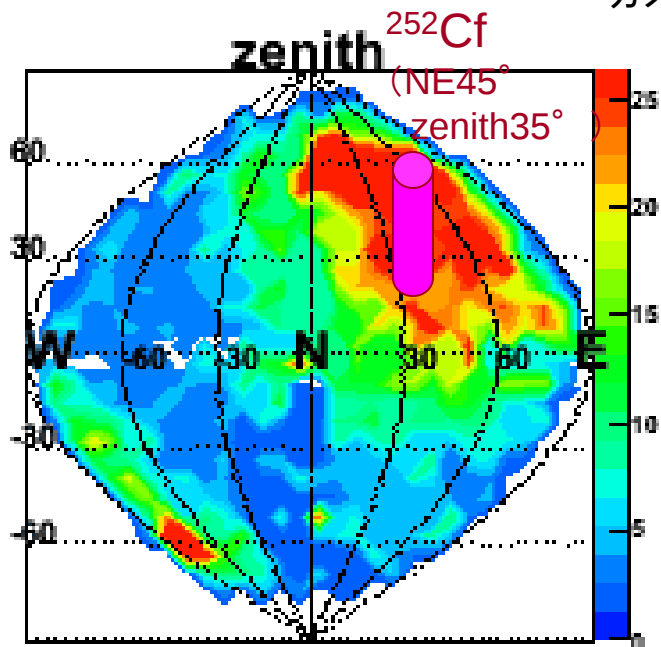
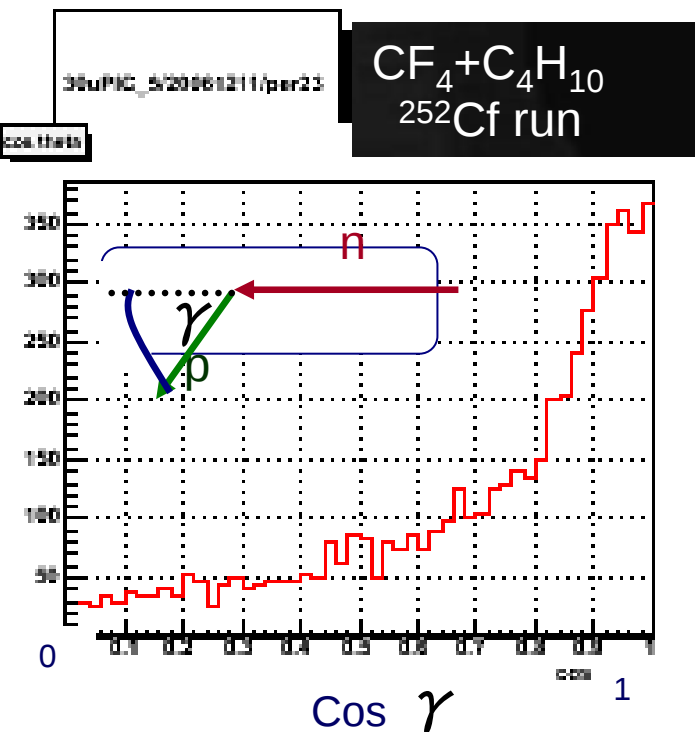
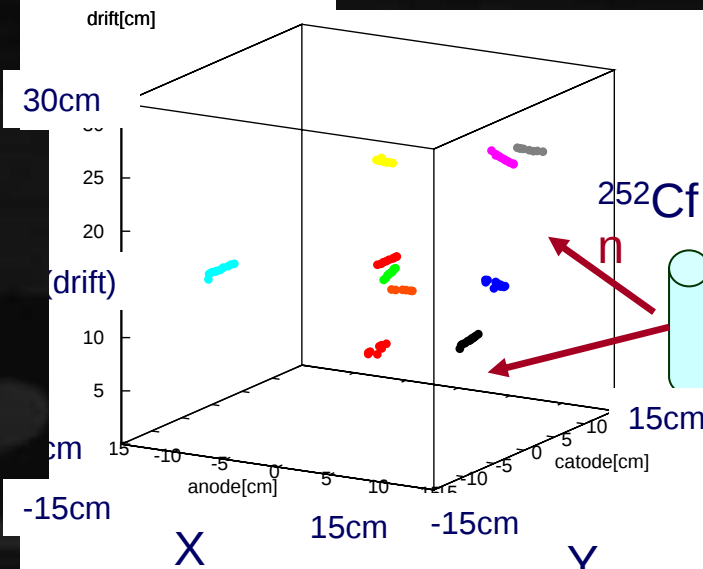
まとめ

- ◆ 30cm角マイクロTPCによる地上実験
 - 原子核秘跡用いた世界初の結果
- ◆ 地下実験開始しました
 - おもに検出器内部のBG源特定、対策

飛跡検出、イメージング

- 中性子に反跳された陽子を検出
- 前方に散乱される様子が見えている
- WIMP→フッ素の反跳で见たい現象をエミュレート

陽子飛跡の例

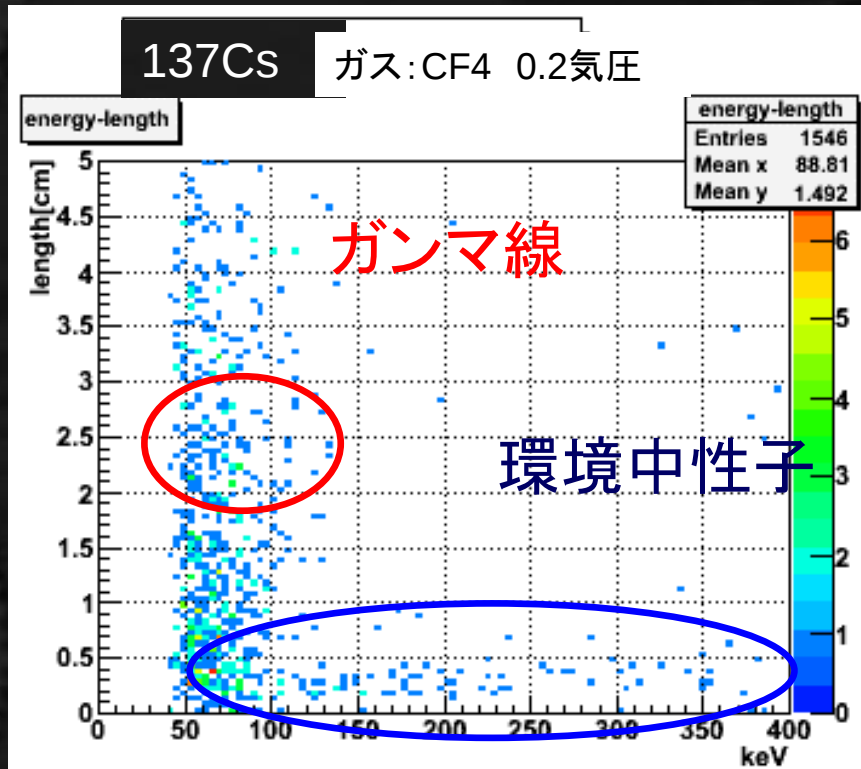


陽子の飛跡で描いた「イメージ」

ガンマ線BGの除去

- ガンマ線:最大のBG源

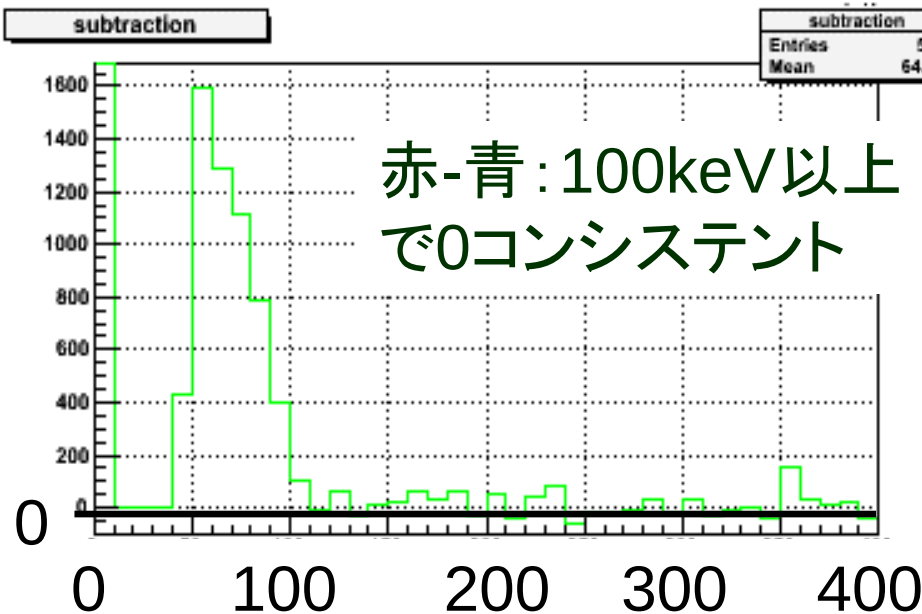
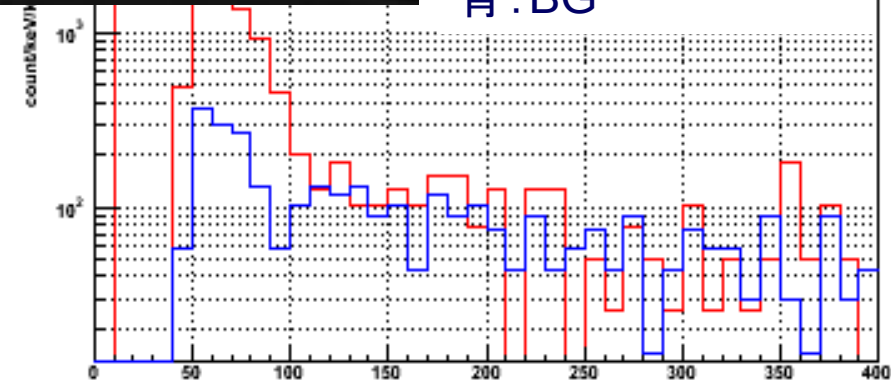
^{137}Cs からのガンマ線を照射



スペクトル
(飛跡1cm以下)

赤:137Cs照射

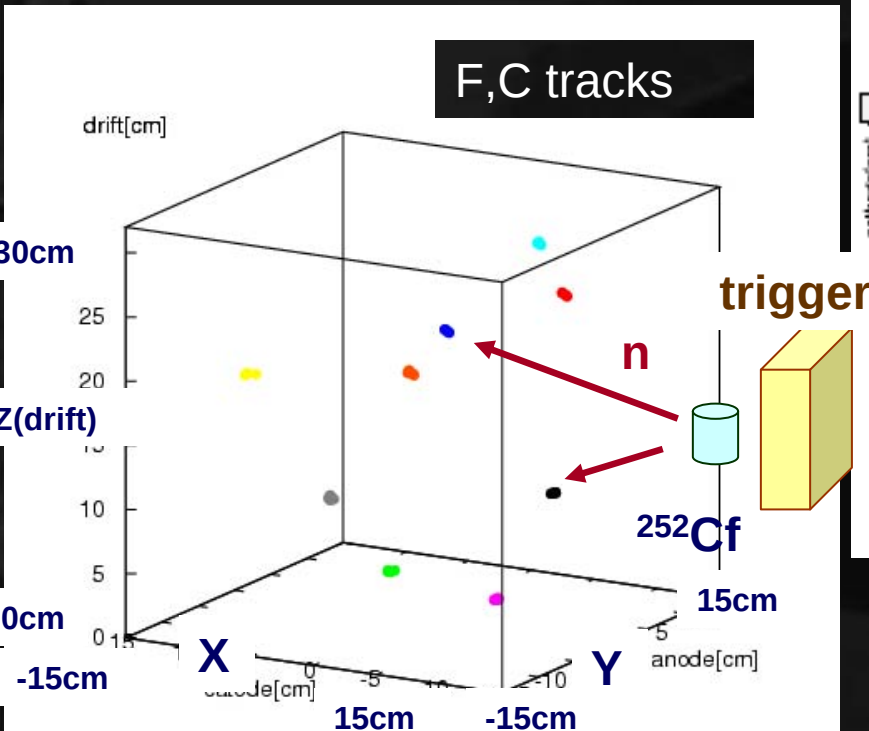
青:BG



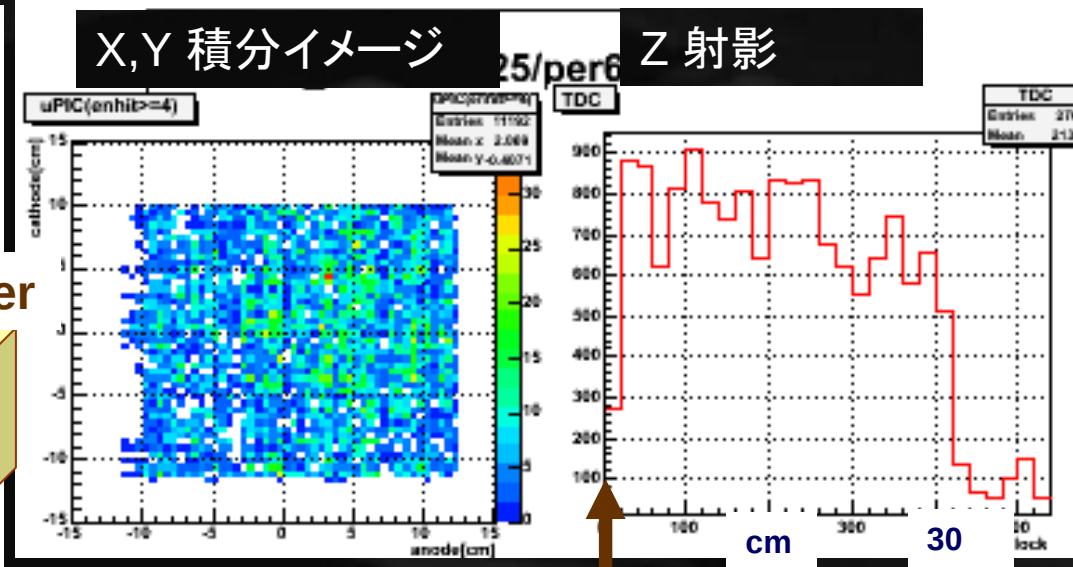
100keV以上では 99.98%以上の除去力

TPCの性能① 飛跡検出

- 400 μm ピッチ デジタル“HIT” (for 飛跡)
+ summedアナログ (for エネルギー)



F 500keV 5~6mm
in 0.2atm CF_4

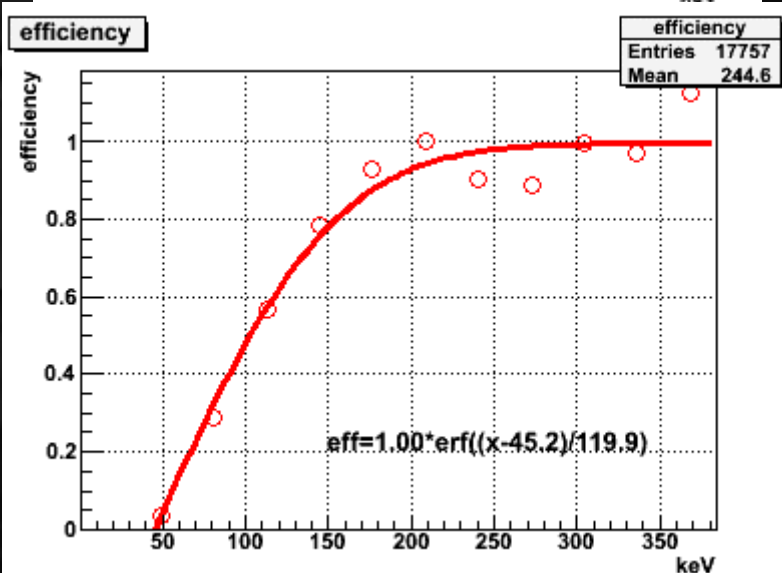
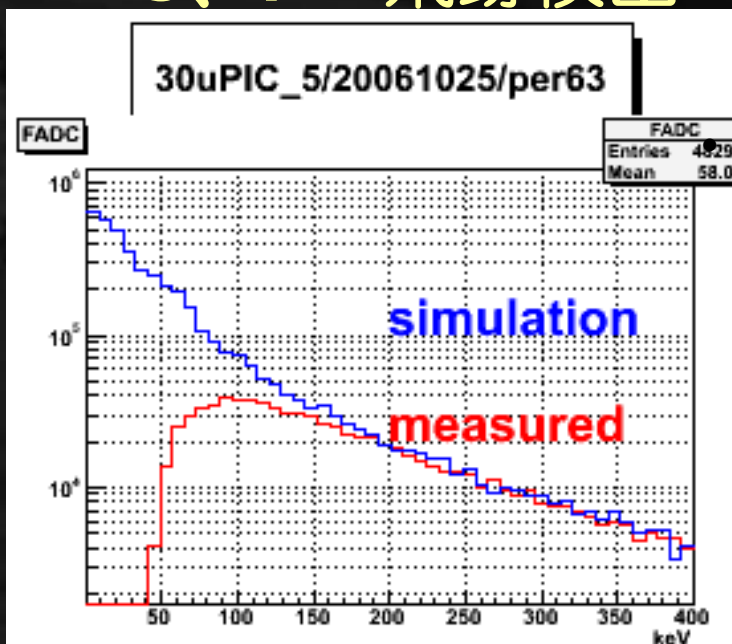


- Fidutial $24 \times 21.5 \times 31 \text{cm}^3$
(CF_4 9.6g)
フラットなレスポンス

◆ TPCの性能② 検出効率

● C、F 飛跡検出 & selection efficiency

(ヒット点>2、飛跡長さ<1cm)
中性子をさまざまな方向から照射、
シミュレーションと比較



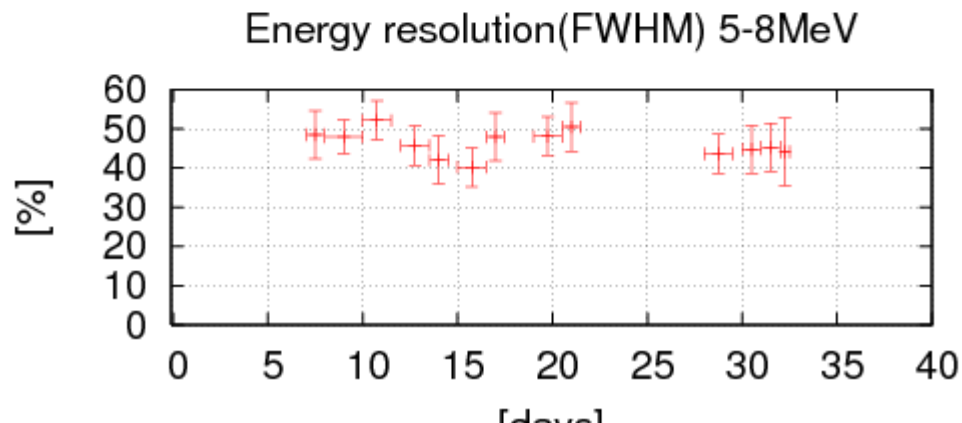
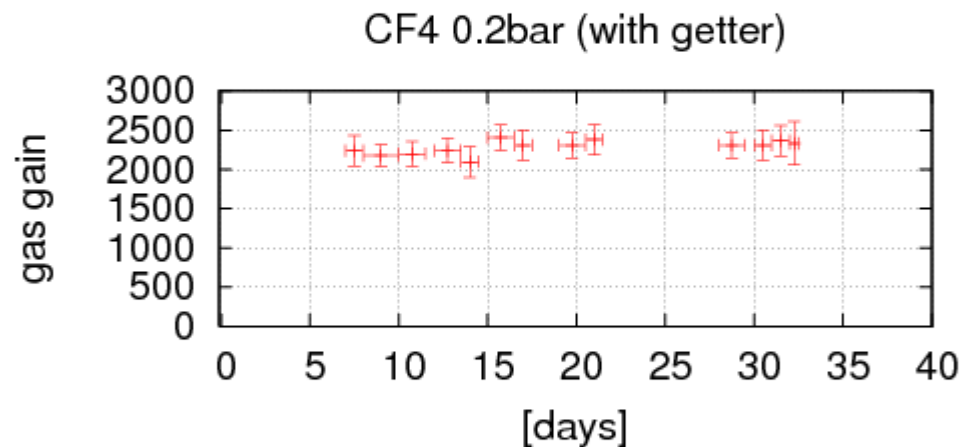
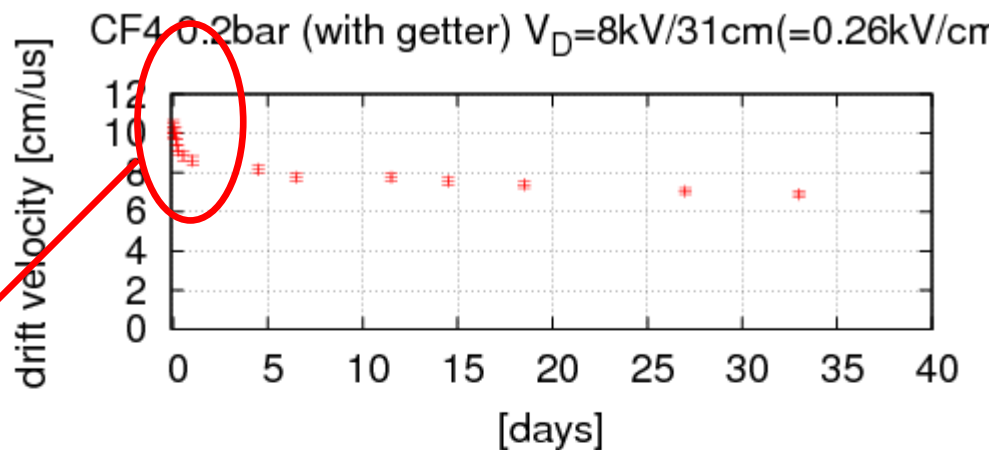
● 0.5@100keV (解析閾値)

TPCの性能③

長期安定性

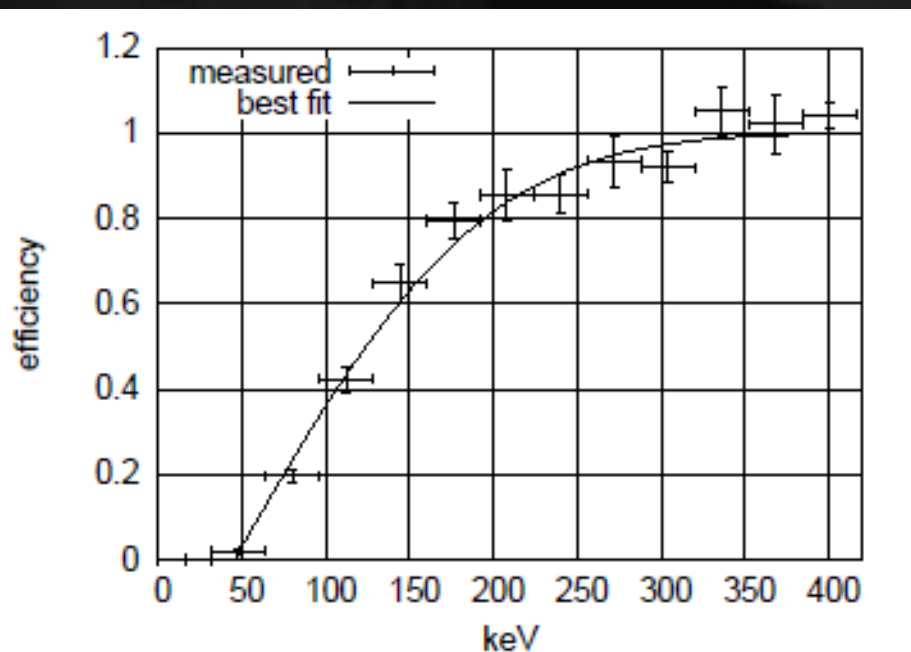
- ドリフト速度
ガス交換直後に劣化
⇒安定状態に入る
(12% / 26days)
- ガスゲイン
230倍 $\pm$ 4%rms
- エネルギー分解能 (FWHM)
46% $\pm$ 6.4%rms

READY for 地下実験

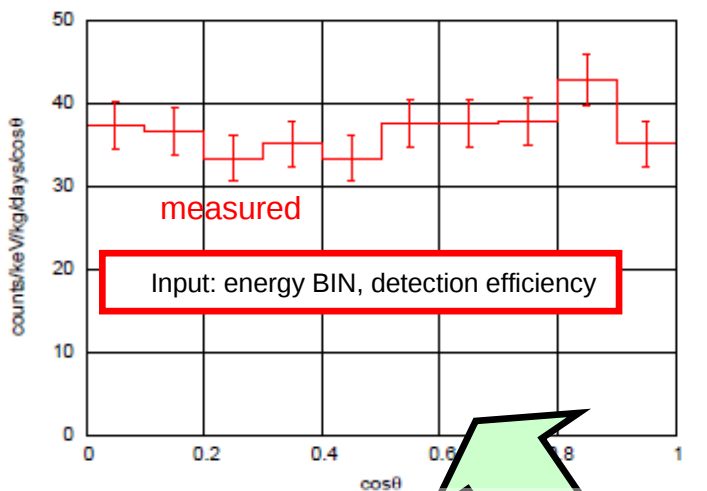


◆ その他、検出器の性能 @100keV (まだまだ発展途上)

- エネルギー分解能 70%FWHM
- 位置分解能 $800\ \mu\text{m}$
- 角度分解能 25%HWHM
- 原子核飛跡検出効率 40%



DATA

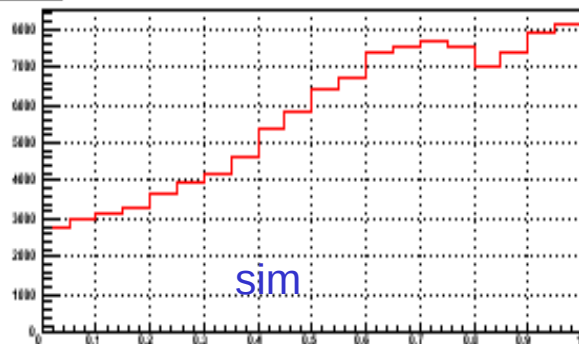


comparison

cross section

For given WIMP mass,
energy bin

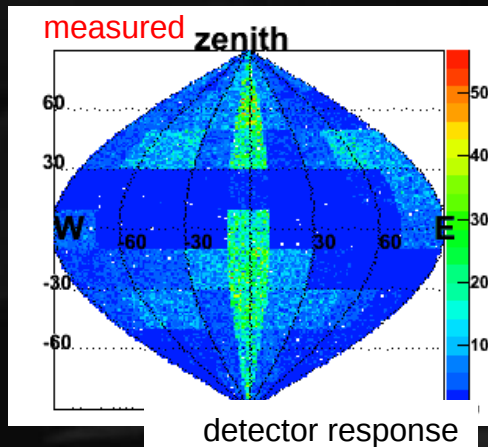
仮定:
等方ハロー
マクスウェル分布
($v_0=220\text{km/s}$)
 $V_{\text{esc}}=650\text{km/s}$



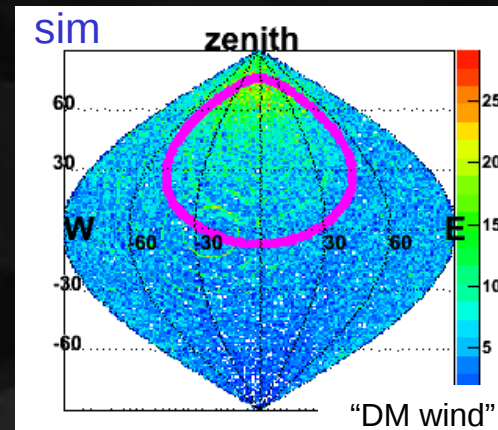
Expected $\cos \theta$ distribution
(DM)

given
WIMP mass, energyBIN

simulation



×



Input: E resolution, angular resolution,
WIMP mass, energy BIN

||

