

# ガス飛跡検出器による 暗黒物質探索実験

New generation WIMP search  
with  
an advanced gaseous tracking equipment

京都大学 宇宙線研究室  
(J4) 身内賢太郎

With  
谷森達・窪秀利  
高田淳史・岡田葉子・  
西村広展・服部香里・上野一樹

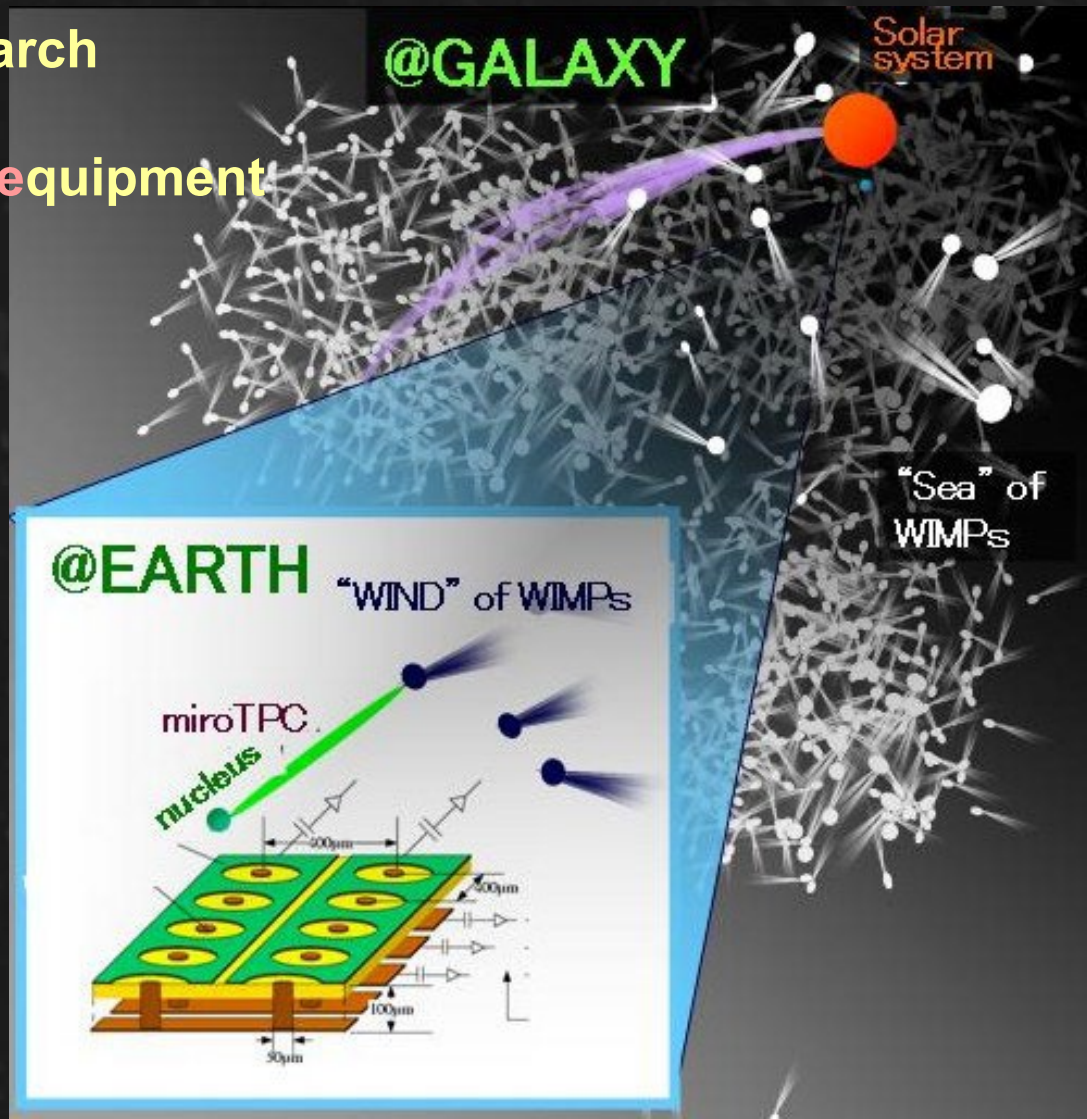
1 実験概要

2 実験現状

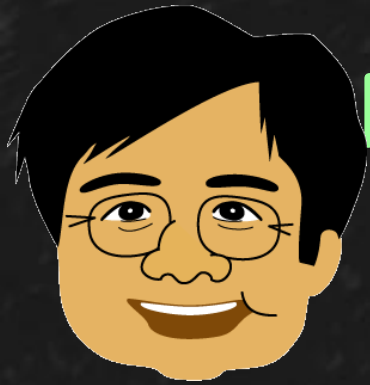
3 現状++

2005年 3月1日

第12回ICEPPシンポジウム 身内賢太郎



# 京大にて



「ダークマターは客寄せパンダ。」

とりあえず言っとけば学部生興味持つんだよ。



「客寄せで 終わってたまるか

ダークマター

本気を出せば パンダも踊る。」

と  
いうわけ  
で。

2005年 3月1日

第12回ICEPPシンポジウム 身内賢太郎



◆ パンダ に変身中 のうちにしておくこと。

◆ 今回で8回目の参加 いつもいつもありがとう。

- 大下君 やあやあ7年ぶり。  
中性子ビームの情報ありがとう。

- 帰っちゃったけど 横山さん。  
8年前にここであいましたねえ。 そんな縁で  
現在発売中の岩波「科学」でこの実験の~~宣伝~~  
対話の糸口 を頂きほんとありがとう。

- 講演中 佐賀大の「彼」が奇声を発する可能性があり  
ますが、演出上の効果のため、  
暖かく聞き流してください。。。

2005年 3月1日

第12回ICEPPシンポジウム 身内賢太郎



# まえおき

## ◆ 本日の目的は

- この実験を知らない人（たぶん殆ど）に  
「京大でおもしろそうなことやってるな」  
とおもってもらって
- してる人には  
「ずいぶん進んでるっぽいけど  
ちょっと物足りないから学会聞きに行こう」  
と思わせる

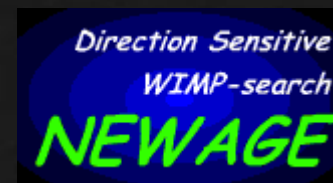
# 1、実験概要

◀ 何はともあれ「分かった気に」



2005年 3月1日

第12回ICEPPシンポジウム 身内賢太郎



# 「ダークマターの風」

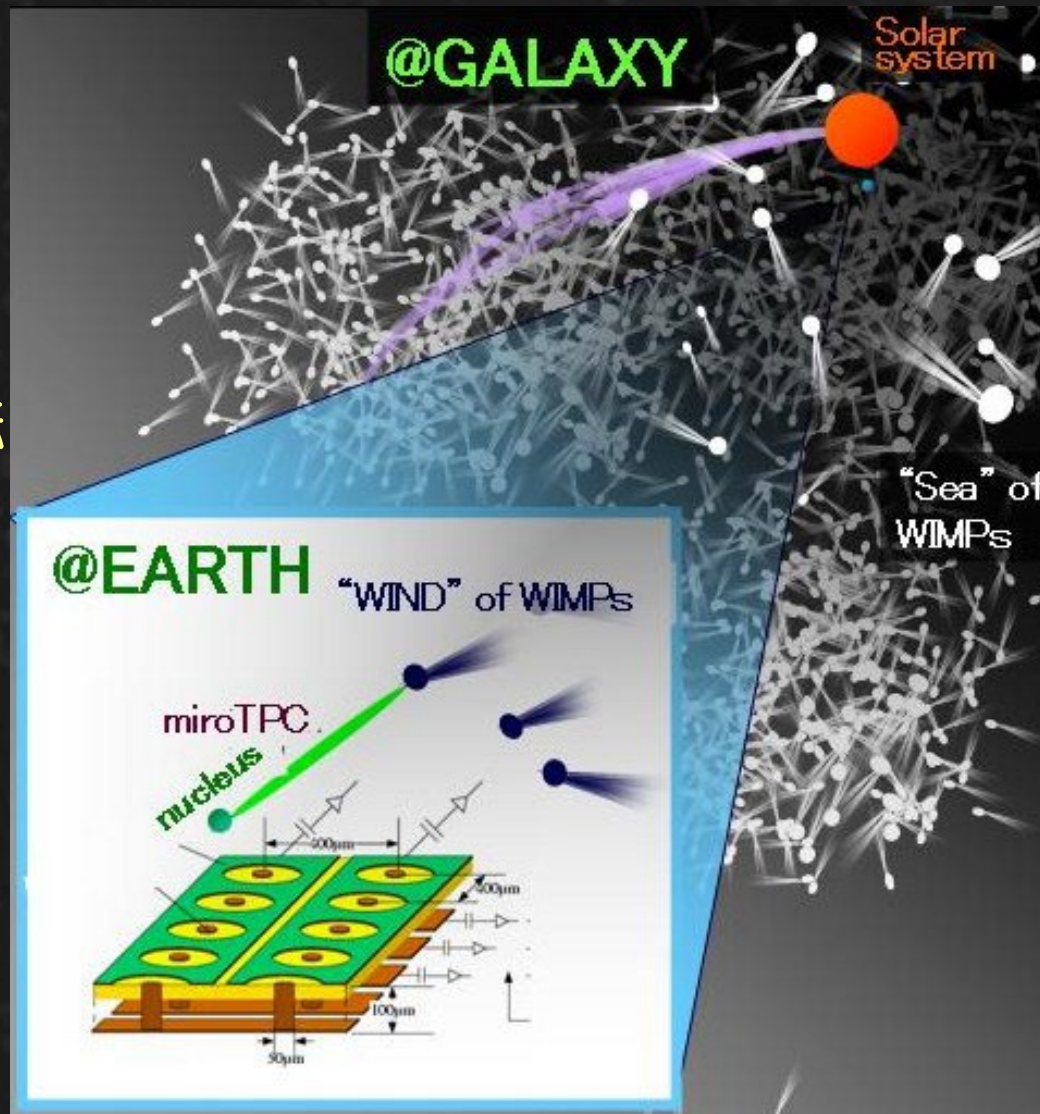
## 風向きは

- 太陽の運動 ⇒ 風向き
- 地球の自転 ⇒ 日変動
- 公転 ⇒ 半年で昼夜逆転

こんなバックグラウンド  
多分ない

## 「風向計」への要請

- 数mmの飛跡
  - 1m<sup>3</sup>クラスの大容積
- # マイクロTPCを



2005年 3月1日

第12回ICEPPシンポジウム 身内賢太郎

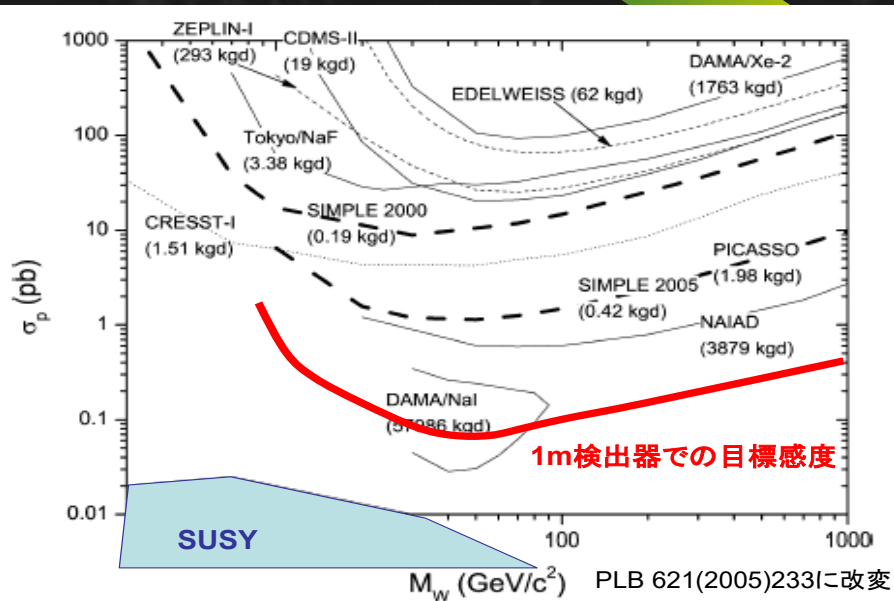
WIMP-search  
**NEWAGE**

# 目指すところと現在と

今からはなします

● その前の前 (今年) 2006 NEWAGE EVE  
 30cmキューブの検出器で  
 地下実験手法確立  
 中性子バックグラウンド測定

● その前に 2010 NEWAGE  
 1m<sup>3</sup> の検出器で  
 世界最高感度



1m<sup>3</sup> × 30個 の検出器で  
 10年観測

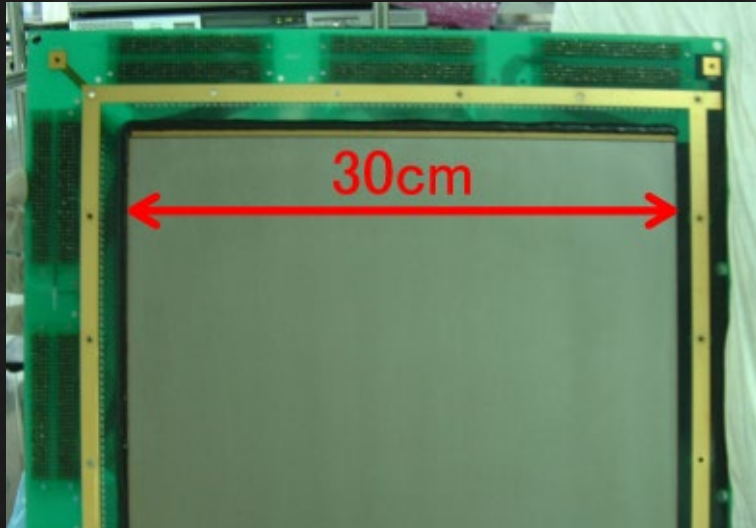
201?  
 BRAND-NEWAGE

SUSYの探索

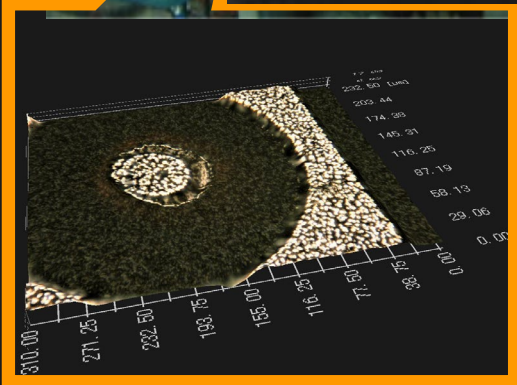


# 2、現状

## ◆ 30cm $\mu$ -PIC

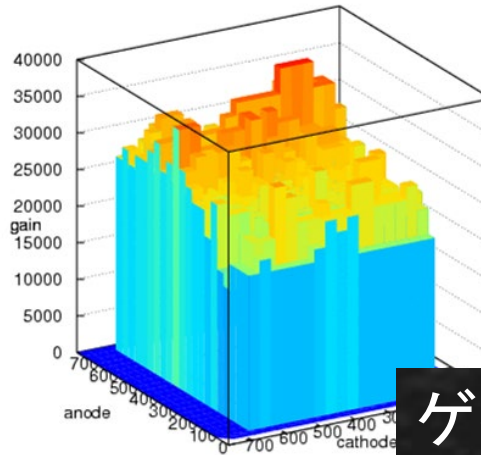
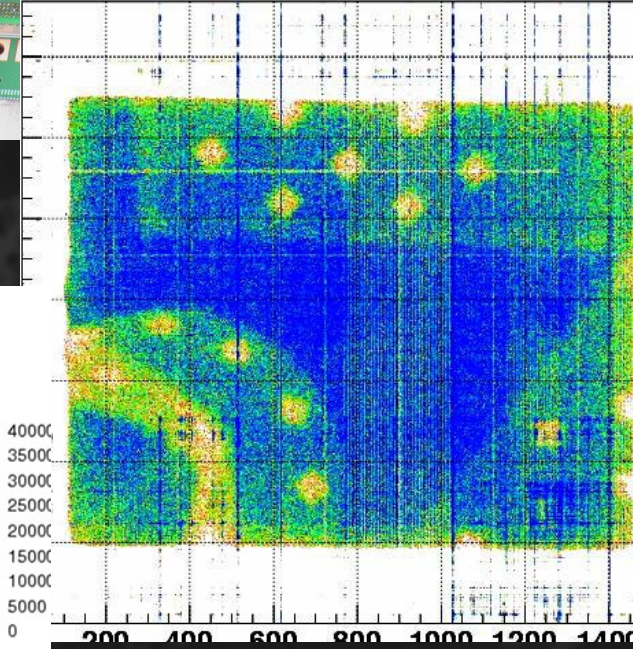
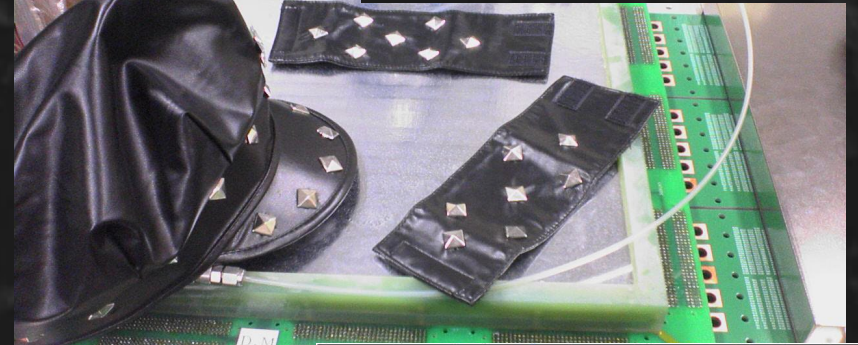


30cm角 $\mu$ PIC



身内賢太郎

## 30cm $\mu$ PIC イメージング試験



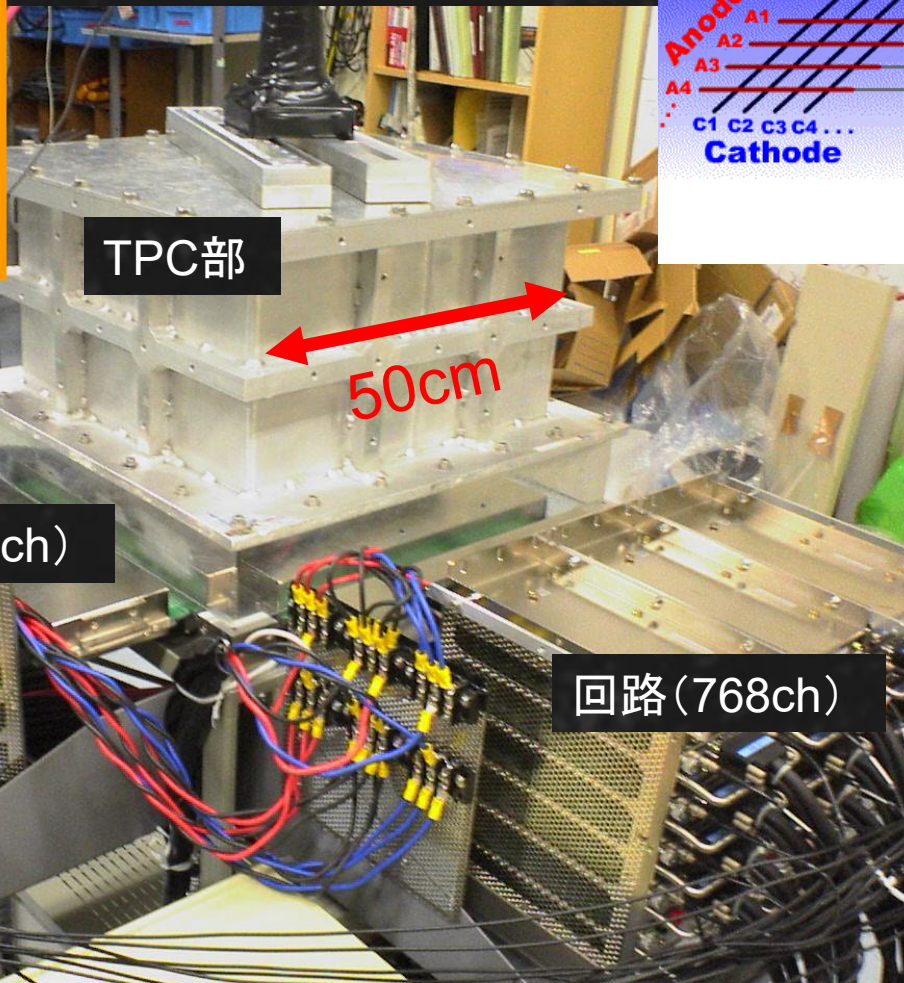
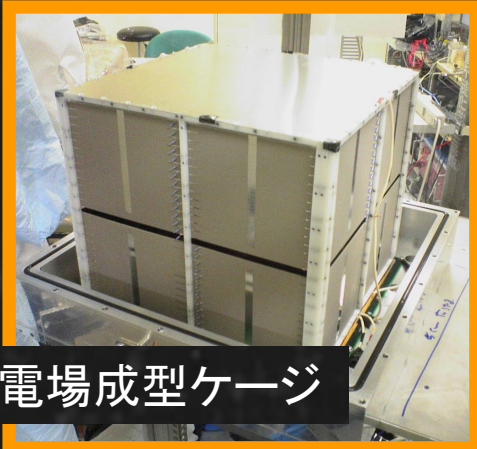
ゲインマップ





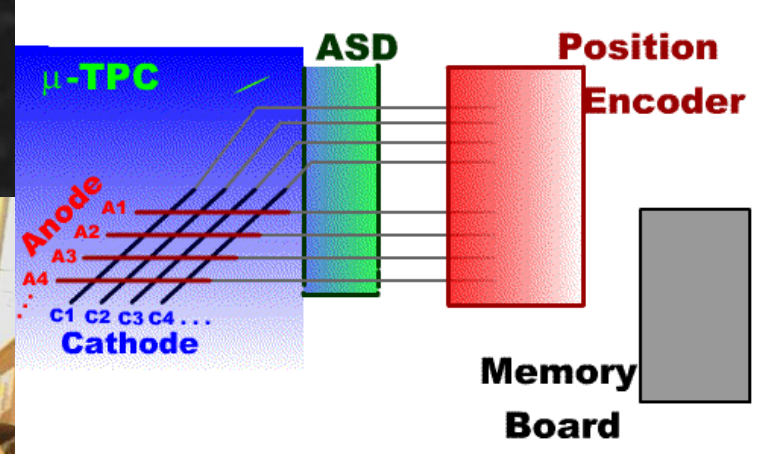
# 30cmマイクロTPC

- 地下実験、ビームテストなどを想定して可搬型



回路(768ch)

回路(768ch)



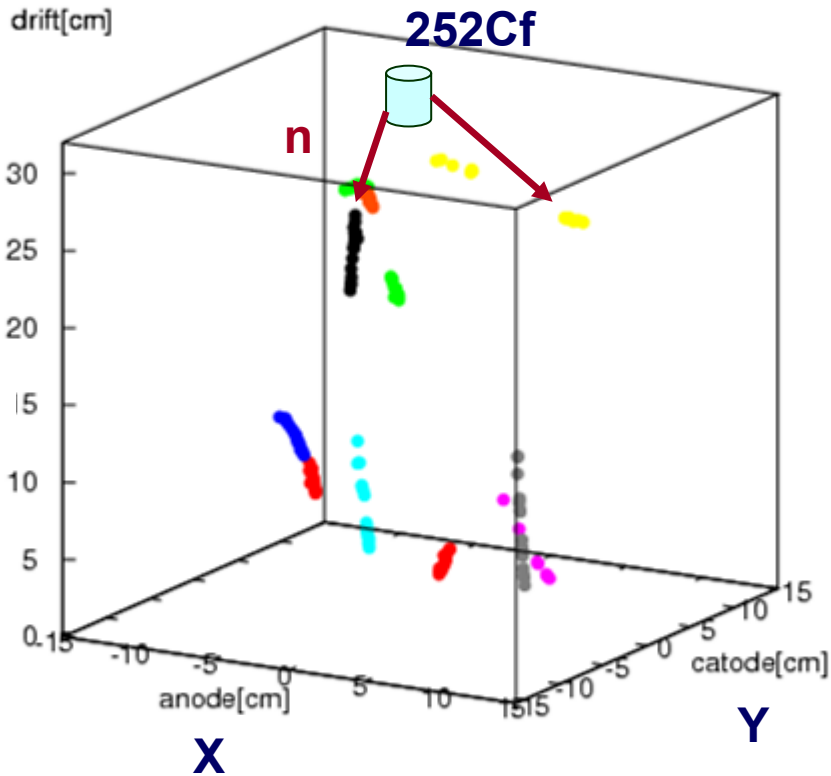
TPC  
回路原理



# 30cmマイクロTPC

## 飛跡検出

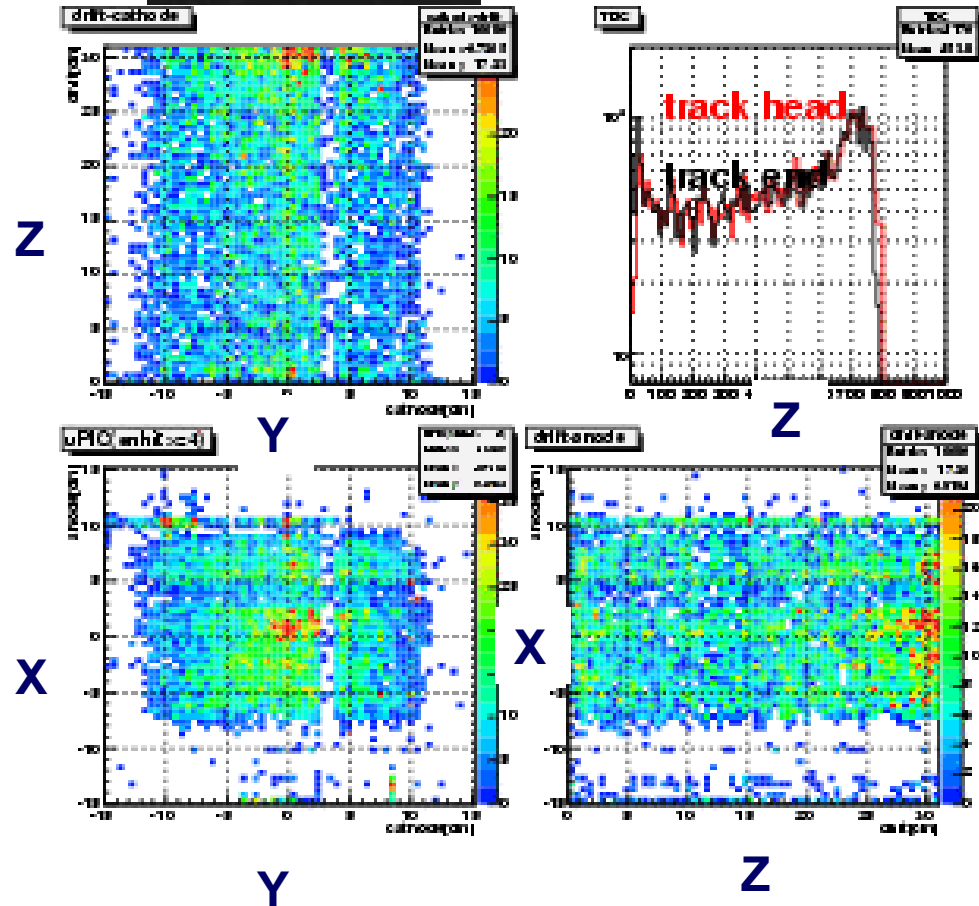
陽子飛跡



Ar+C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> 1atm

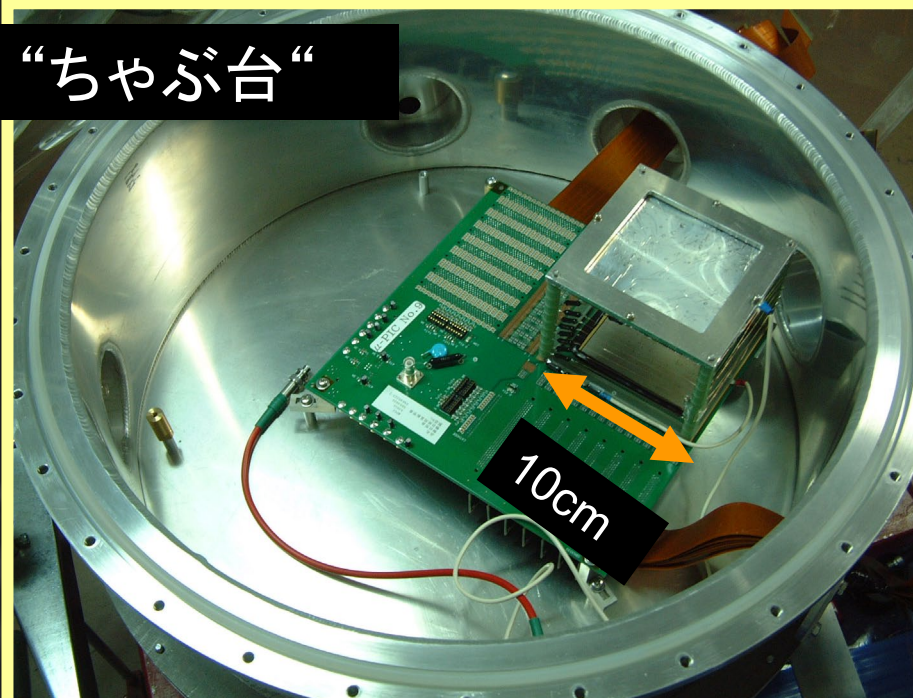
Gain: 5000程度

積分イメージ



全領域から飛跡取得可能  
低圧CF<sub>4</sub> でC,Fの飛跡取得へ。

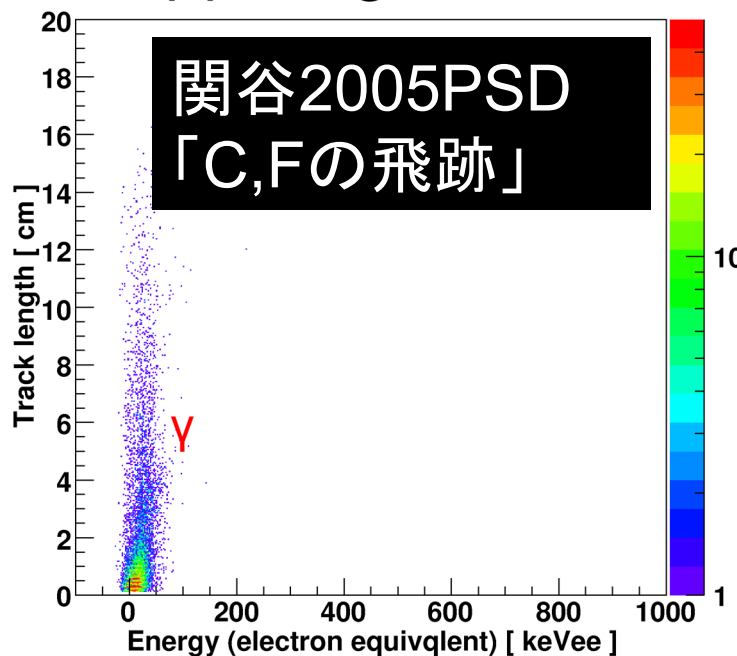
“ちやぶ台”



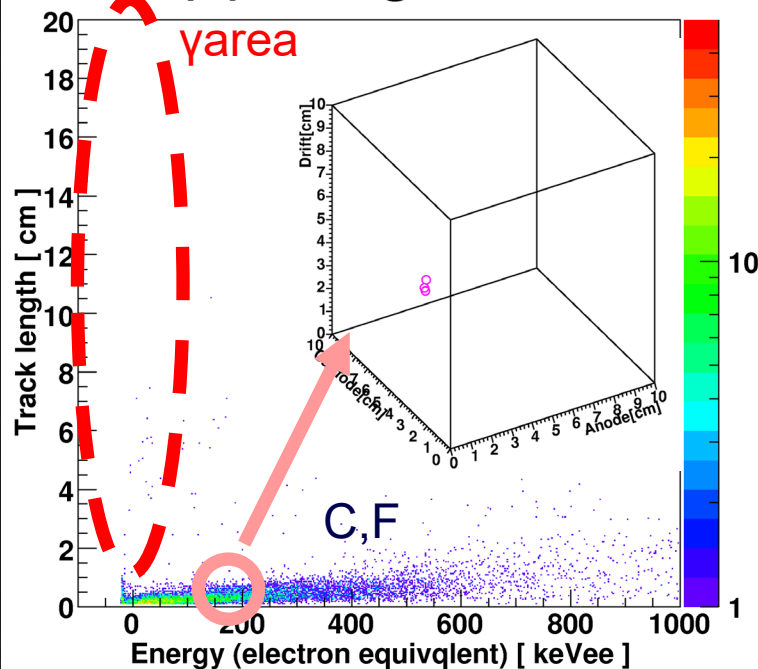
# 重荷電粒子の飛跡取得

- 10cm角TPCでのデータ
- 低圧で動作 (CF4 0.2atm)
- C,Fの飛跡取得
- ガンマ線除去

(a) Gas gain 4500



(b) Gas gain 800

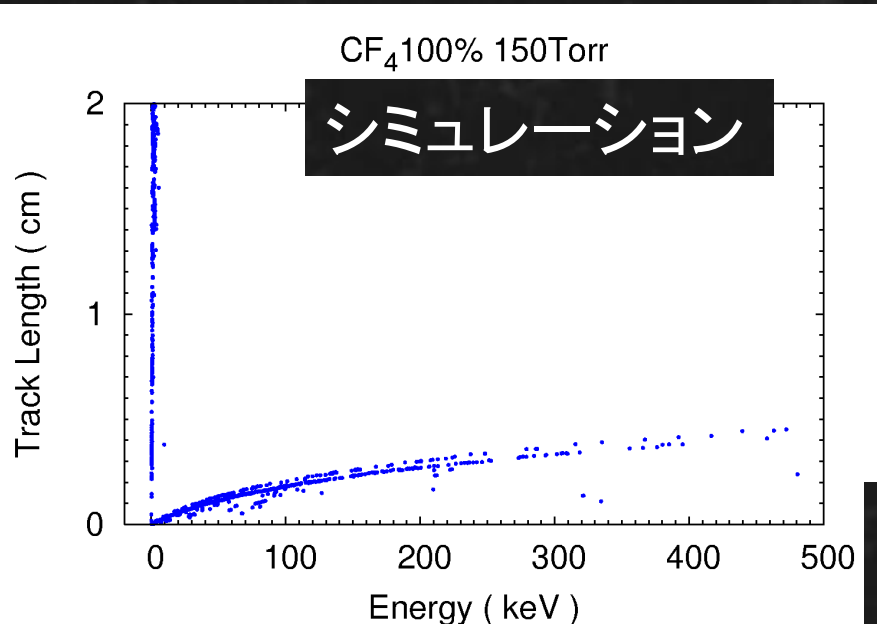


Direction Sensitive  
WIMP-search  
**NEWAGE**

# 3、現状++

## ビーム試験 (夏まで)

- 2~3MeV中性子でC,Fを反跳
- エネルギー - 飛跡長  
の関係を押さえる

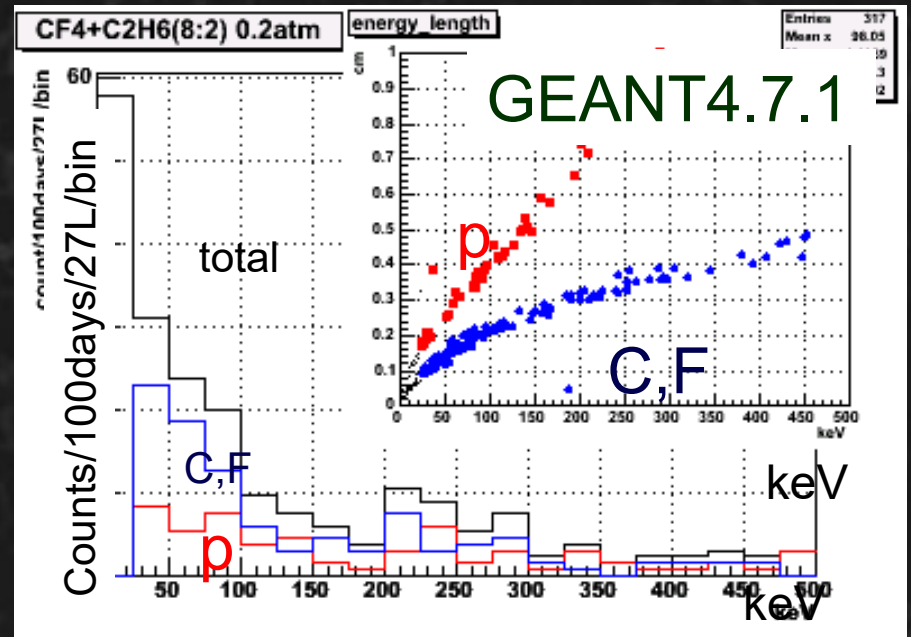


2005年 3月1日

第12回ICEPPシンポジウム 身内賢太郎

## 地下実験(秋から)

- 神岡にて  
中性子バックグラウンドの  
方向に感度のある測定



これらのステップを経て  
DM探索・検出・観測へ。

# おわりに

## ◆ 本日の目的は

- この実験を知らない人（たぶん殆ど）に  
「京大でおもしろそうなことやってるな」  
とおもってもらって
- してる人には  
「ずいぶん進んでるっぽいけど  
ちょっと物足りないから学会聞きに行こう」  
と思わせ た。

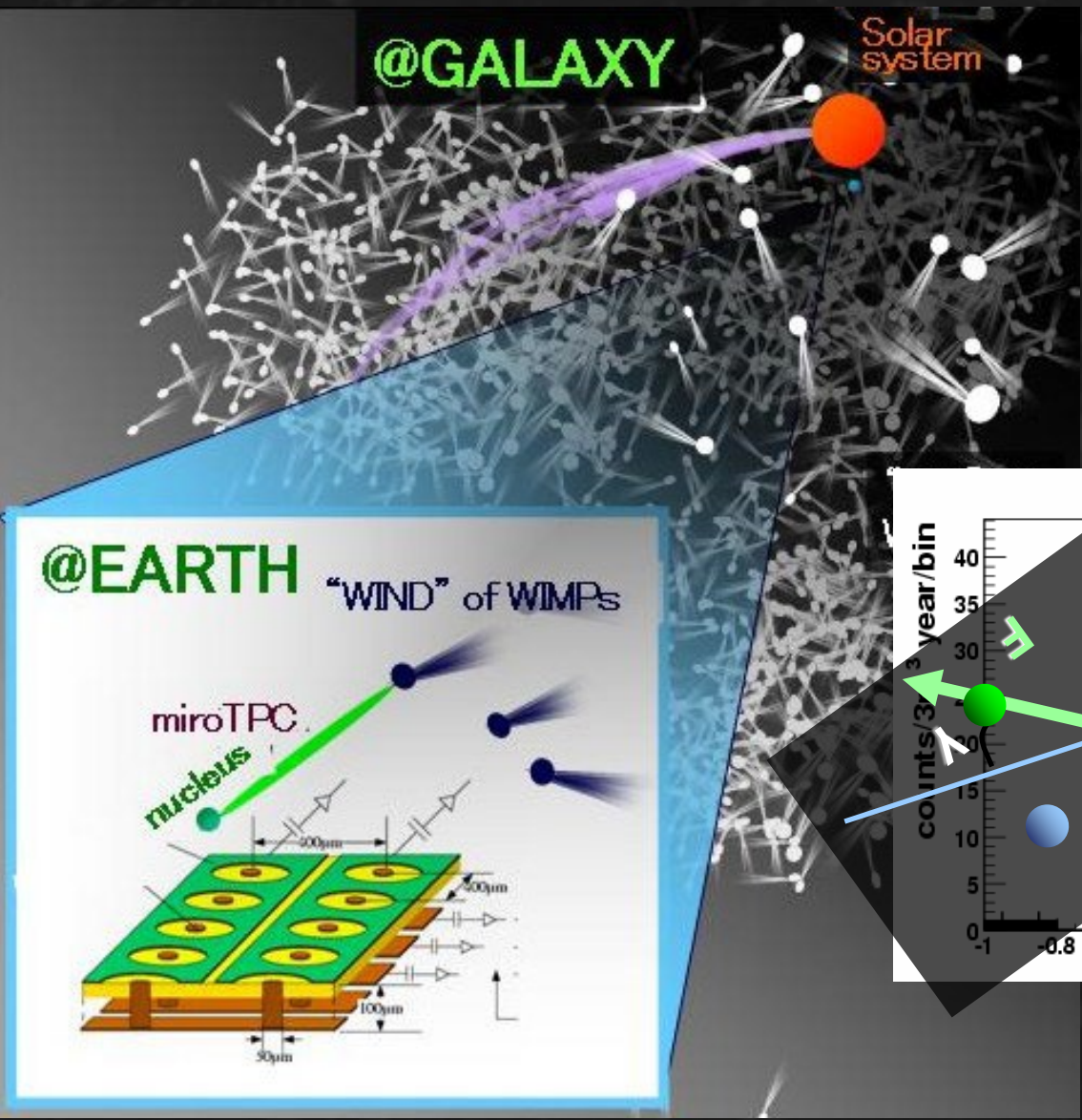
## ◆ NEWAGE: STATUS②

- 30cm角TPCが稼動
- 陽子の飛跡: DONE
- 低圧動作でC、Fの飛跡  
TO DO

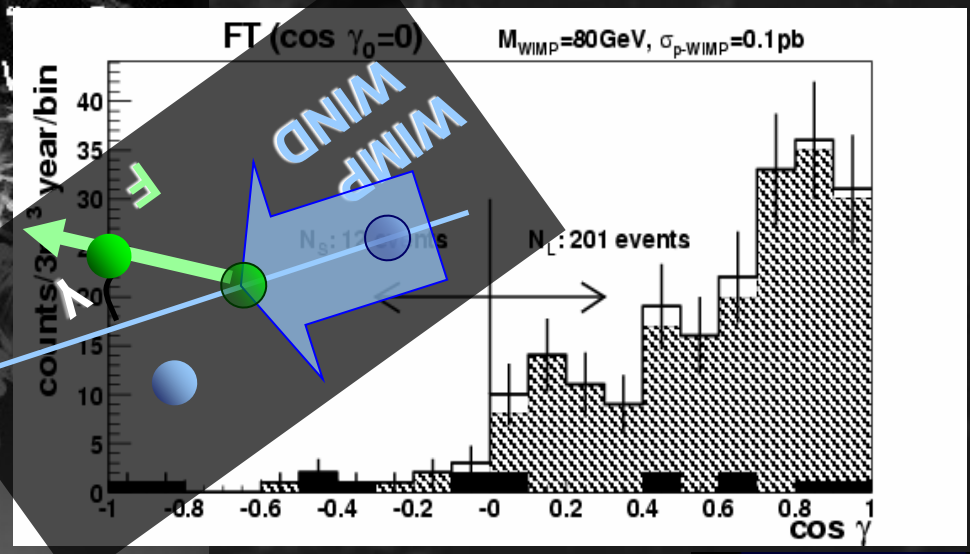
- 2006年度に:
- 中性子ビームでキャリブレーション
- 神岡に持ち込んで測定  
(30cmTPCでは暗黒物質には感度がたりない。  
中性子バックグラウンドを。)

# ◆ 暗黒物質探索実験 NEWAGE (身内中心)

(New generation WIMP search with an advanced gaseous device)



- 暗黒物質が原子核を反跳
- 前方散乱が多い
- ⇒ 「暗黒物質の風」検出

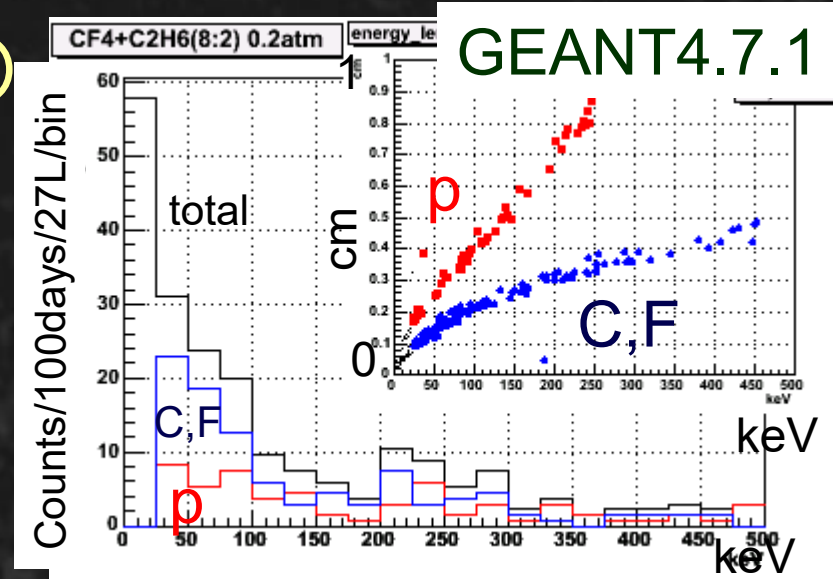


# ◆ 地下実験最初の300日 (表向き・学会トラペ)

## ～30cm角TPCで出来ること～

### ● 中性子BGの測定 (100日)

- CF4+C2H6 (8:2) 0.2atm
- 150keV以上の陽子event : 50発



### ● CF4ガスでの測定 (100日)

- BGの理解 ( $\gamma$ 、中性子)

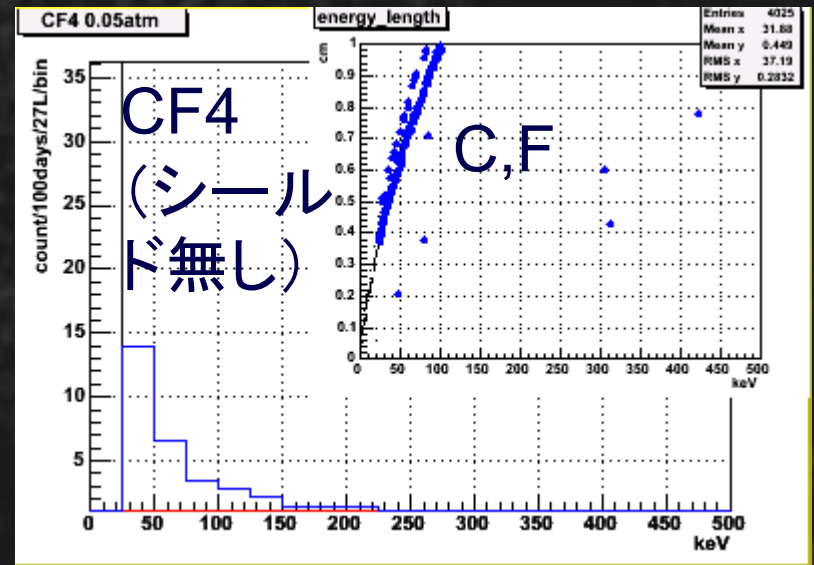
### ● CF4with水シールド (100日)

- DM run (統計dominant)

大型、長期測定への第一歩

2005年 3月1日

第12回ICEPPシンポジウム 身内賢太郎



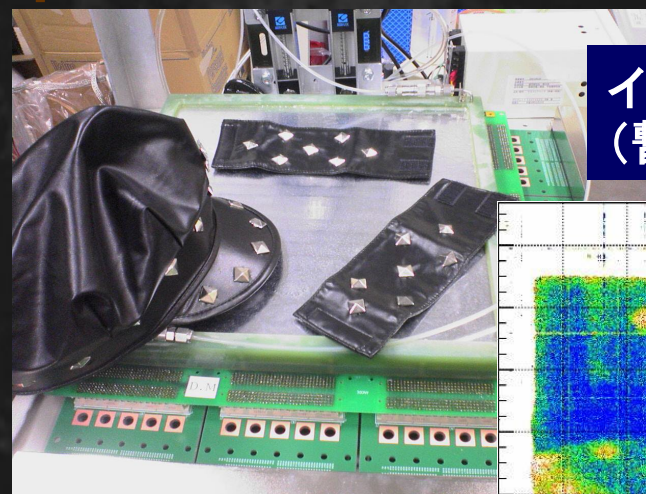


# 30cm GEM(服部 修士論文)

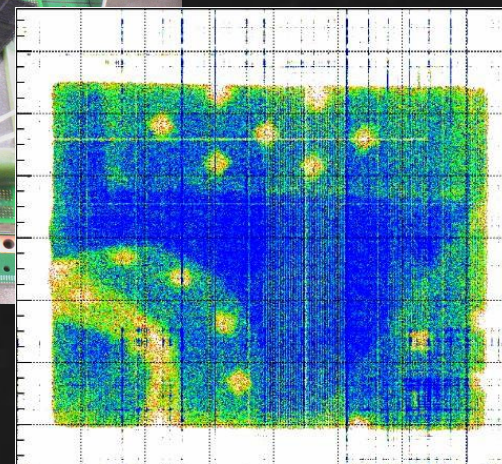


## Typical GEM + $\mu$ -PIC operation

- $\mu$ -PIC 500V (gain 3000)
- GEM 250V (gain 10)
  - induction 2kV/cm



イメージング試験  
(暫定画像)

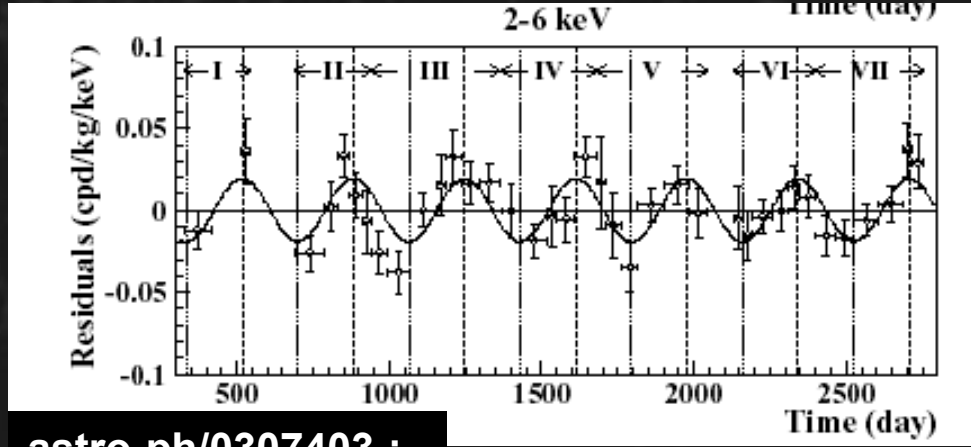
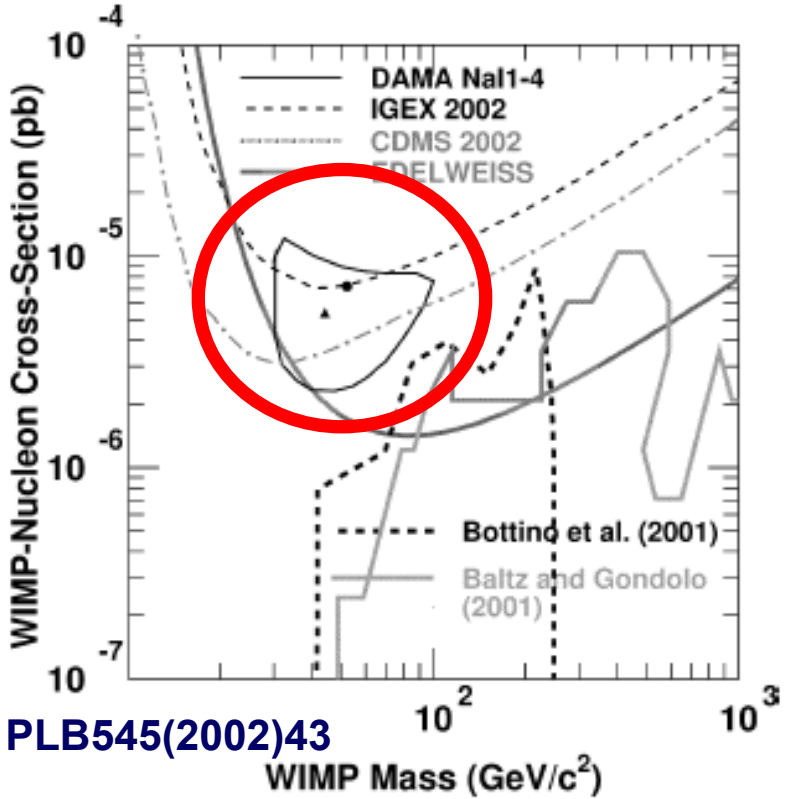
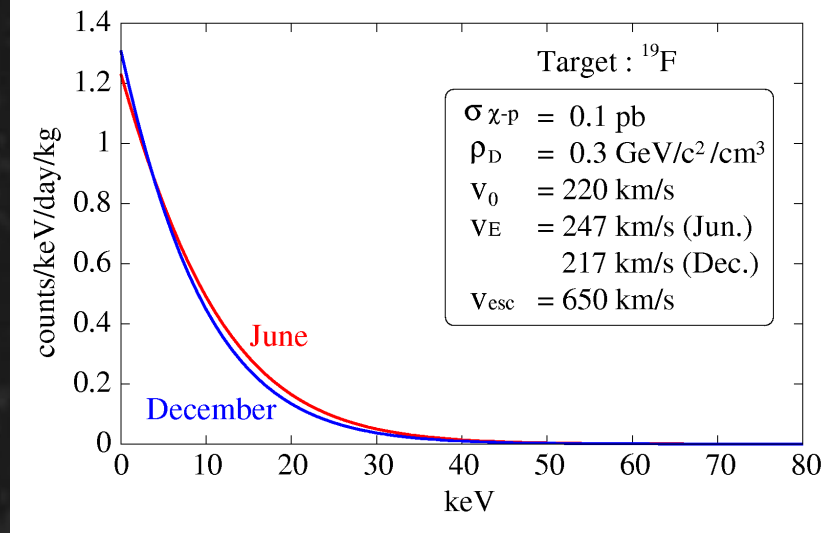


2005年 3月1日

第12回ICEPPシンポジウム 身内賢太郎

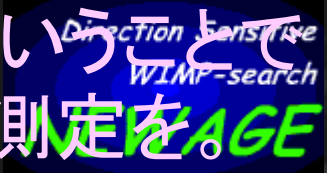
# NEWAGE: 予備知識

- これまでの暗黒物質探索：大質量検出器でレートの季節変化を検出



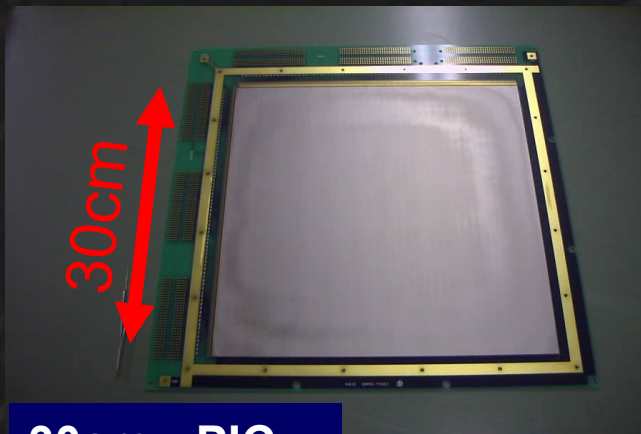
astro-ph/0307403 : DAMA's "signal"

- 10年測って否定されてはやってやれない。という方向に感度を持つ測定を。



# ◆ 30cm $\mu$ -PIC

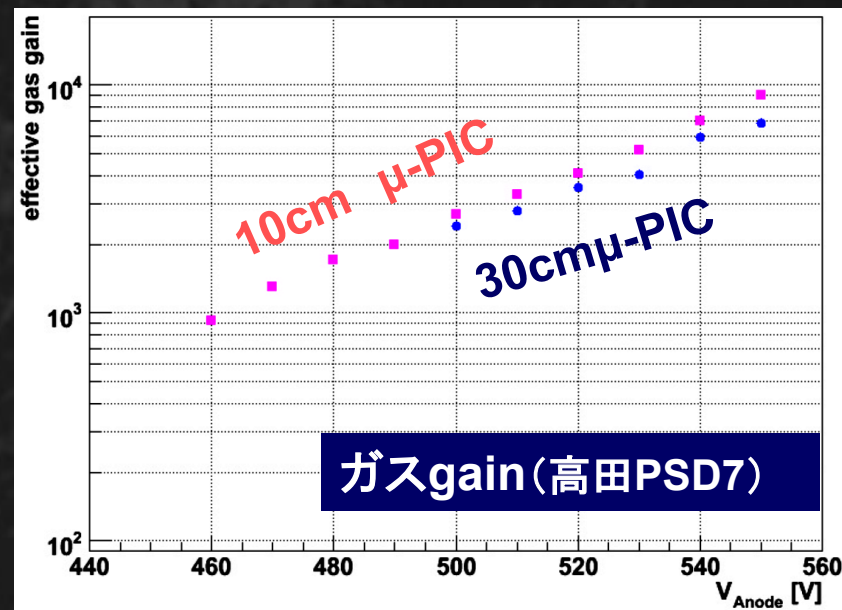
30cm  $\mu$ -PIC (高田 PSD7 proceedings、服部 修士論文)



30cm $\mu$ -PIC

- 1st production : 2004年11月
  - 2nd production : 2006年2月
- 検出部面積  $30.7 \times 30.7 \text{ cm}^2$
- ガスgain: 最高 7000 通常 3500
- ピクセル歩留まり99%以上
- Gain一様性: max/min 2.2程度

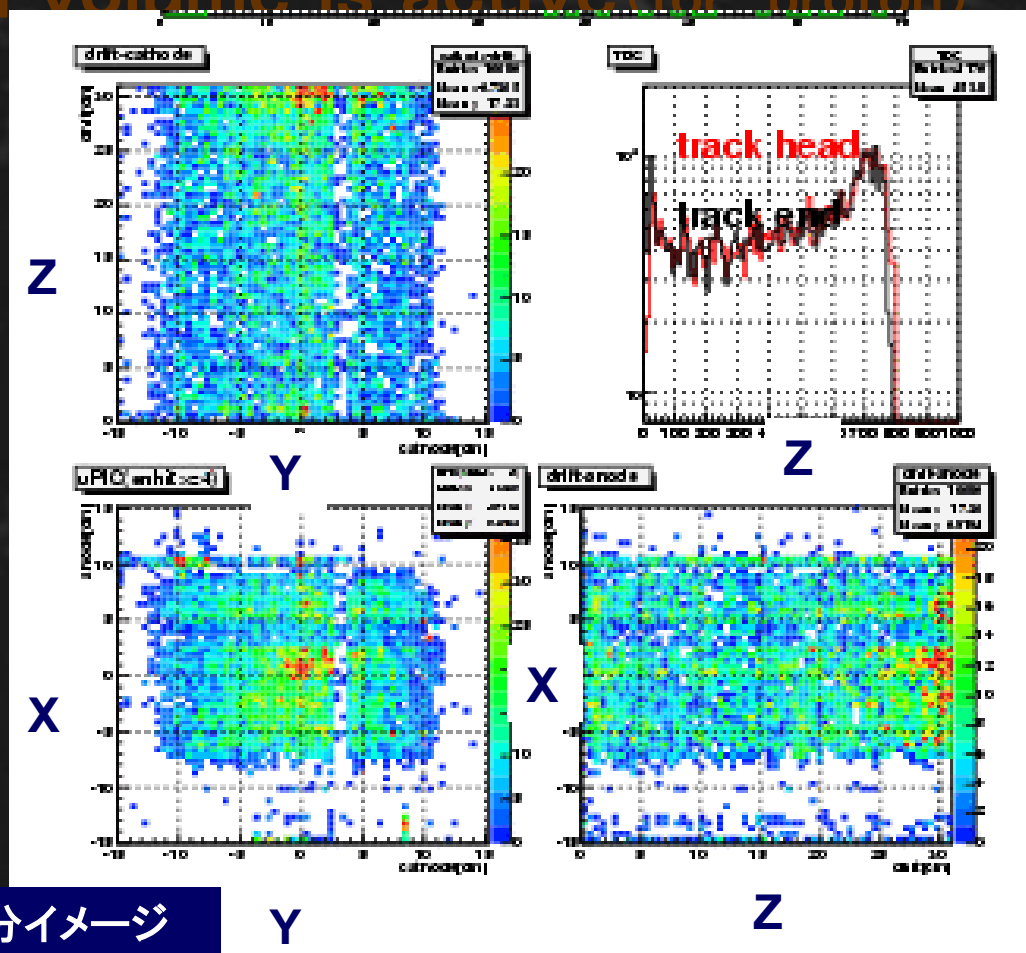
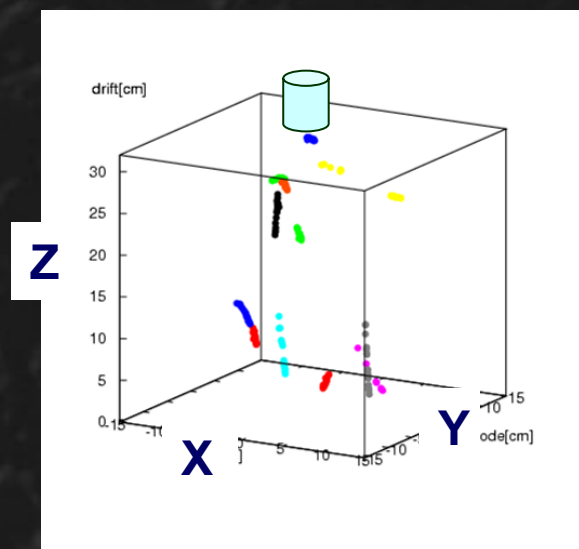
- 1st production としては上出来 (10cmでの経験が活かされた。)
- 2nd productionに超期待中



2005年 3月1日

第12回ICEPPシンポジウム 身内賢太郎

# 30cm $\mu$ -TPC : full volume is active (for proton)



積分イメージ

## ◆ $\mu$ -PIC大面積化まとめ

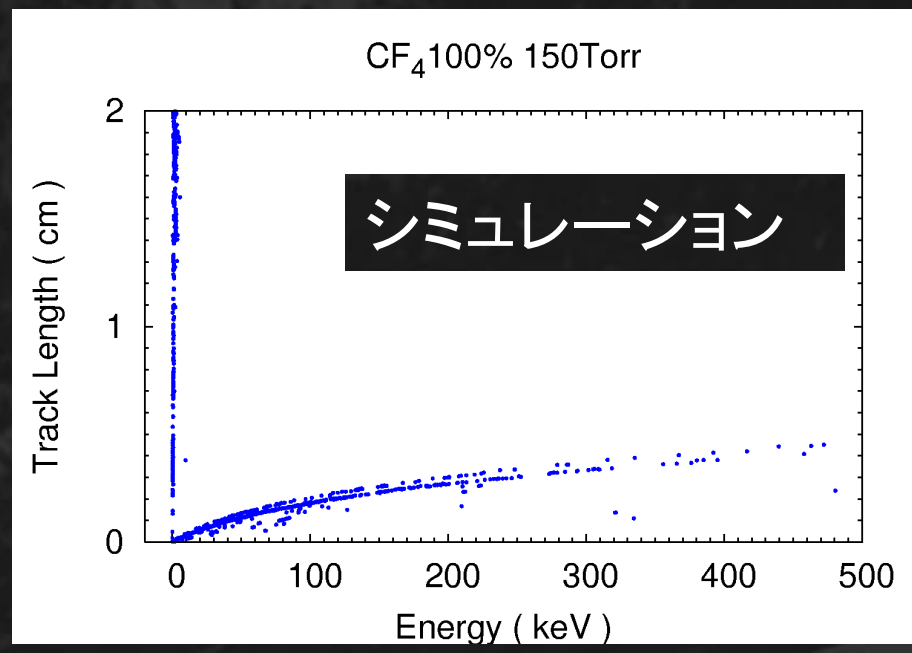
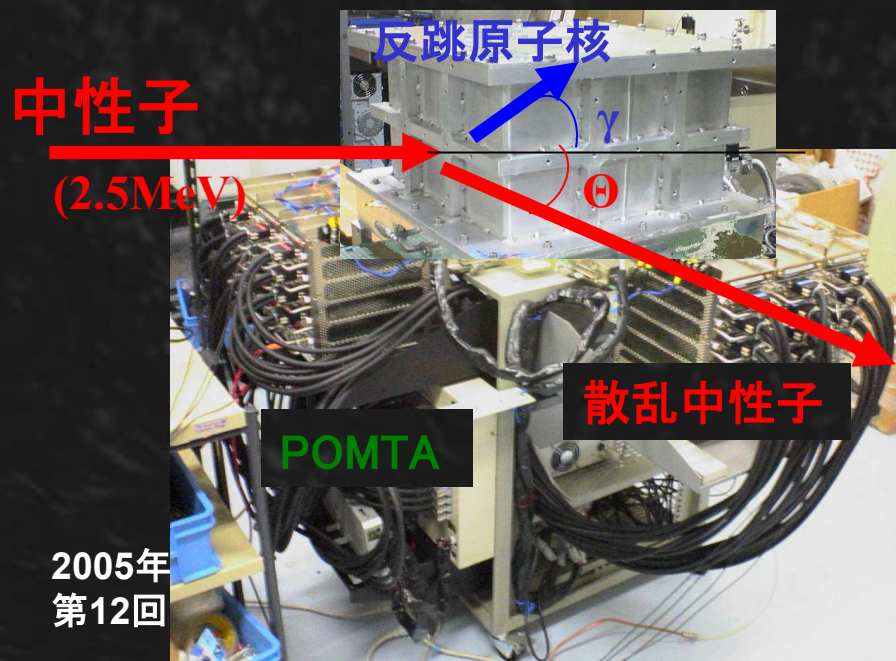
- $\mu$ -PIC単体、 $\mu$ -TPCともにシステムとして稼動。
- 具体的応用 / 更なる小型化 へと

# 3. これからが面白いところ

2006年度 : ビームテスト・DM実験

## ◆ 中性子ビームテスト (夏までに)

- DMの代わりに中性子で原子核を叩く
- エネルギーキャリブレーション
- これまでに数十keVの原子核の飛跡の詳細な飛跡は取られていない。



## ◆ 中性子源

- 立教大学 d+イオンビーム
- TiDターゲット  $D+d \rightarrow n + {}^3\text{He} + 3.27\text{MeV}$
- 2.5MeVのほぼ単色中性子ビーム

## ◆ 測定

- 原子核の走る方向  
統計稼ぐ
- nも捉えて  
分解能up

