

NEWAGE実験 31

暗黒物質探索実験における 反跳原子核の前後判定

1. Introduction

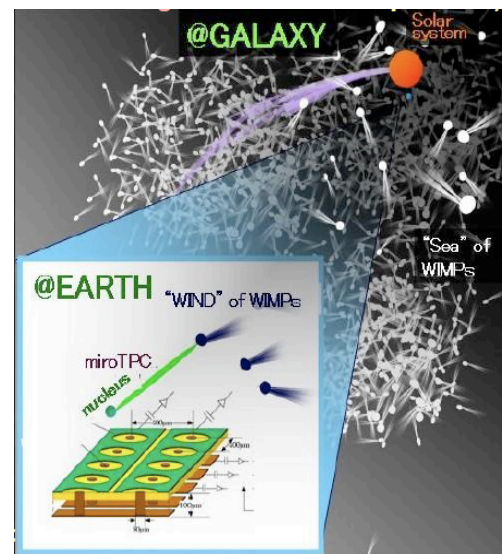
- 前後判定の概念
- 先行研究

2. Experiment

- NEWAGE-0.1a
- 前後判定の手法、解析

3. Result

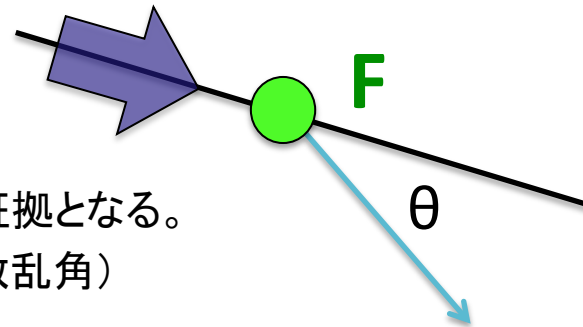
4. Conclusion



2014.09.18 (Thu) 日本物理学会@佐賀大学
神戸大学 山口祐史郎

1. Introduction

WIMP
WIND



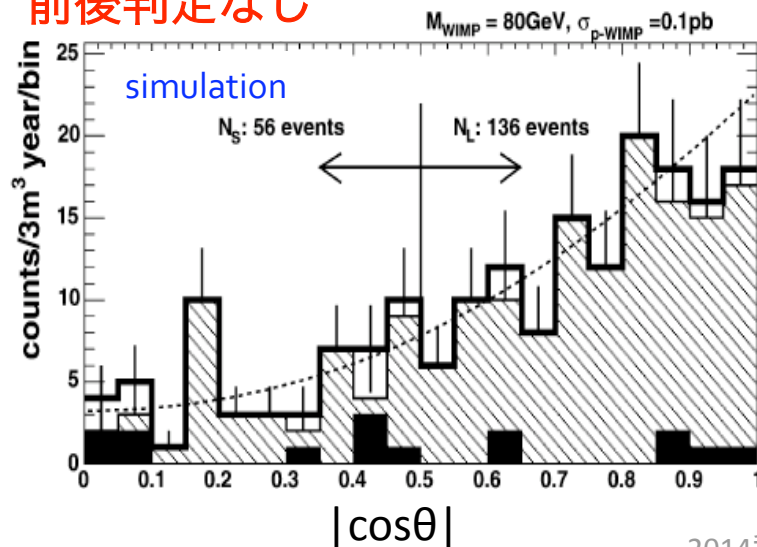
□前後判定の概念

- 飛跡を検出する。
 - ⇒反跳原子核の前方散乱が暗黒物質の強い証拠となる。
 - ⇒前後判定無し: $|\cos\theta|$ 分布が得られる。(θ: 散乱角)
 - ※これまでは前後判定は行っていない。
- 飛跡の前後判定をする。
 - ⇒ $\cos\theta$ 分布が得られる。
 - ⇒より明らかな前方散乱がみられる。

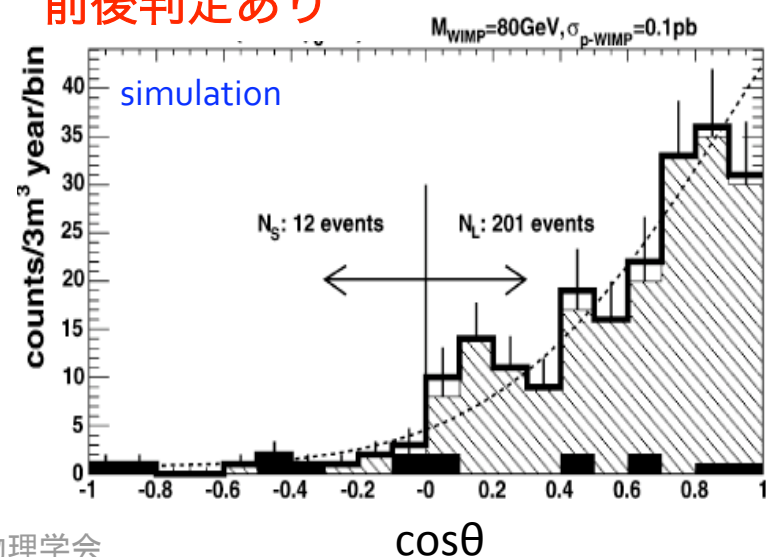
※本研究ではWIMPの代わりとして ^{252}Cf からの中性子を利用

Physics Letters B 578 (2004) 241–246

前後判定なし



前後判定あり

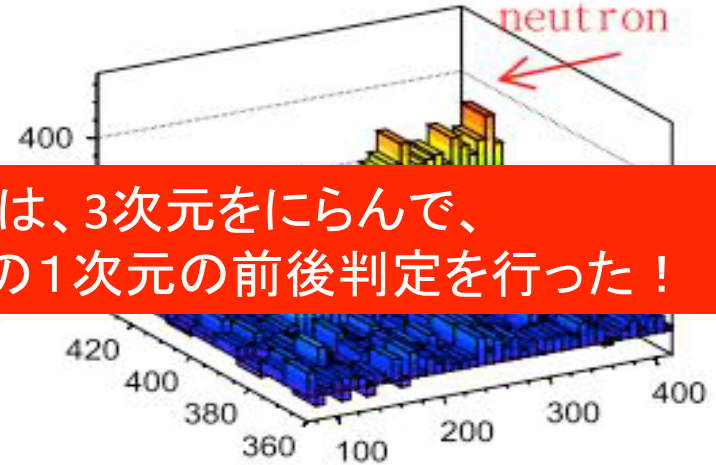


500keV~1MeV
F原子核

□ 先行研究

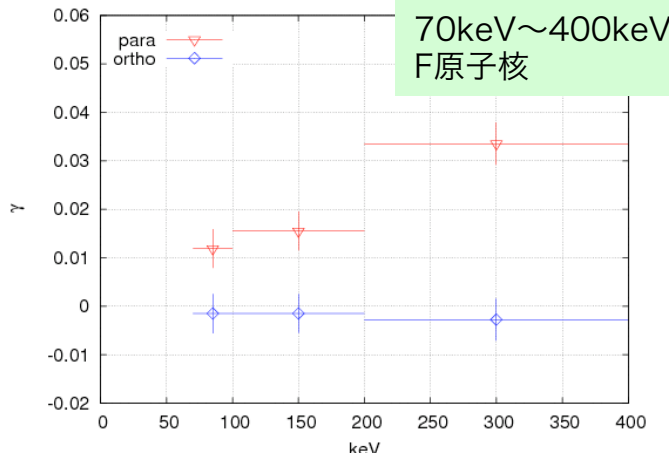
- DM-TPC(米) 初観測
 - 2次元飛跡
 - △ 高エネルギー(>500keV)
- DRIFT(英)
 - 低エネルギーでの測定
 - △ 1次元情報
- NEWAGE (2011年 身内 秋学会)
 - 2次元飛跡
 - 低エネルギー

今回は、3次元をにらんで、
残りの1次元の前後判定を行った！

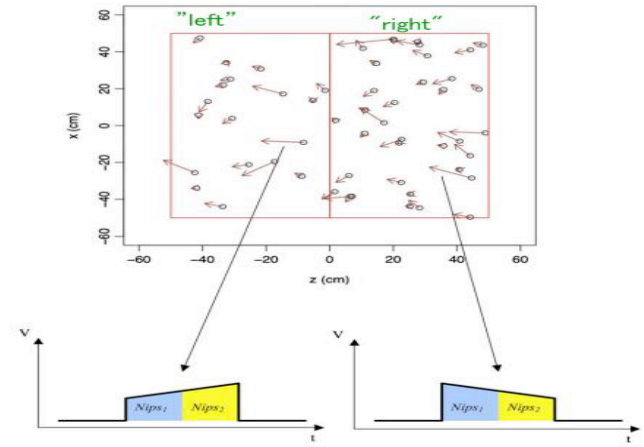


DM-TPC NIM584(2008)327

50keV~300keV
S原子核



NEWAGE 身内 2011秋学会

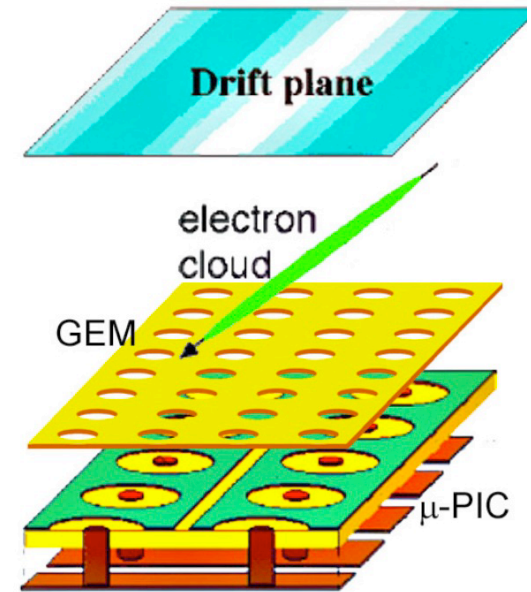


DRIFT APP31(2009)261

2. Experiment

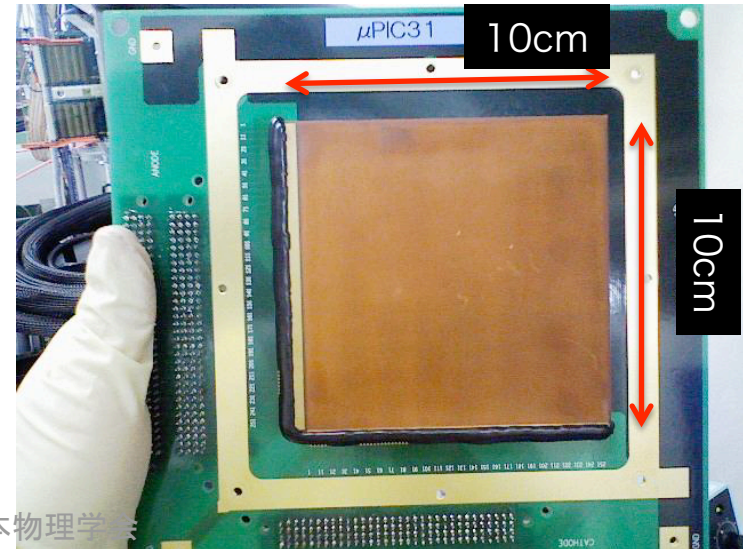
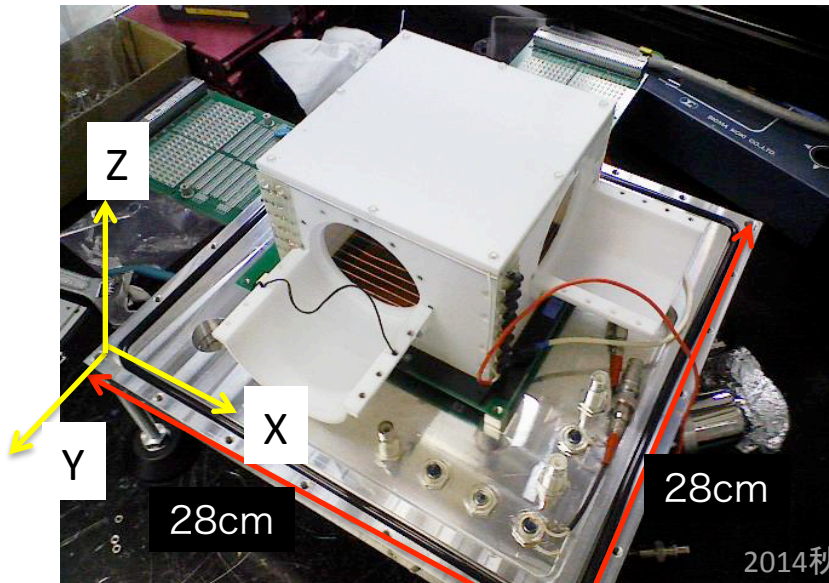
□ NEWAGE-0.1a @神戸大

- μ -TPC: $10 \times 10 \times 10\text{cm}^3$
- μ -PIC: 400 μm pitch
- GEM: LCP 100 μm thick, $\phi 70\mu\text{m}$, 140 μm pitch
- Gas: CF_4 0.2気圧 / gain: 3000



※ 信号読み出しについて

- 位置情報: ストリップごとのデジタル信号 \Rightarrow Position Encorder (座標、時刻、立ち上がり or 立ち下がり)
- 電荷情報: sumした波形情報 \Rightarrow FADC



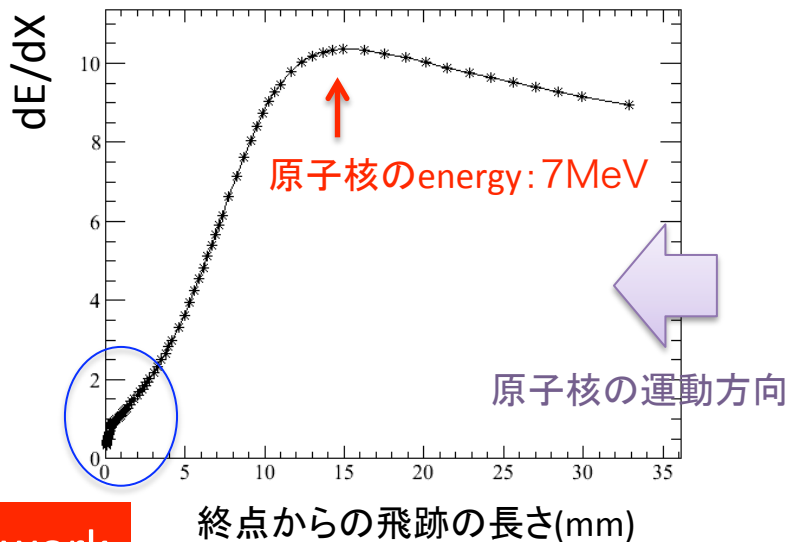
□ 前後判定の手法

- 飛跡の始点と終点でのenergy deposit違いを利用 (Bragg curve)
- 期待される energy deposit の変化 (下図)

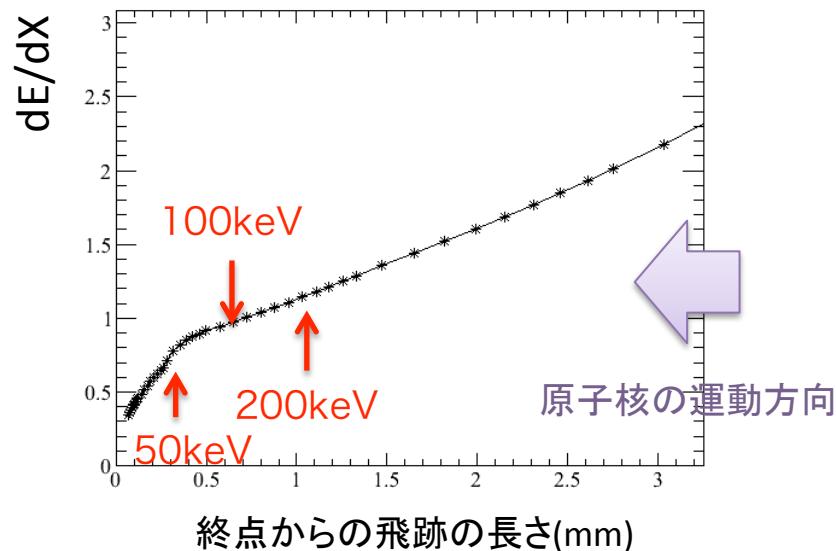
始点より終点の方が energy deposit が小さい

SRIMによるシミュレーション

一般的なBragg curve



低エネルギー領域



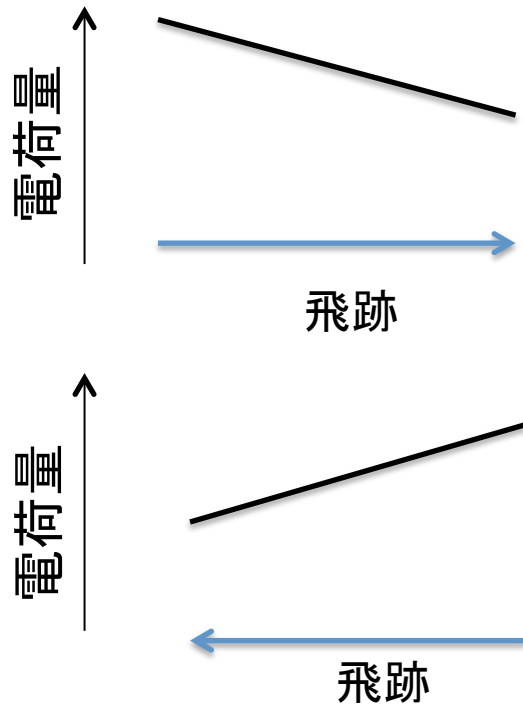
This work

- 前後判定に利用するもの
 - u-PICに水平方向 : 各ストリップでの信号
 - u-PICに垂直方向 : FADCの信号

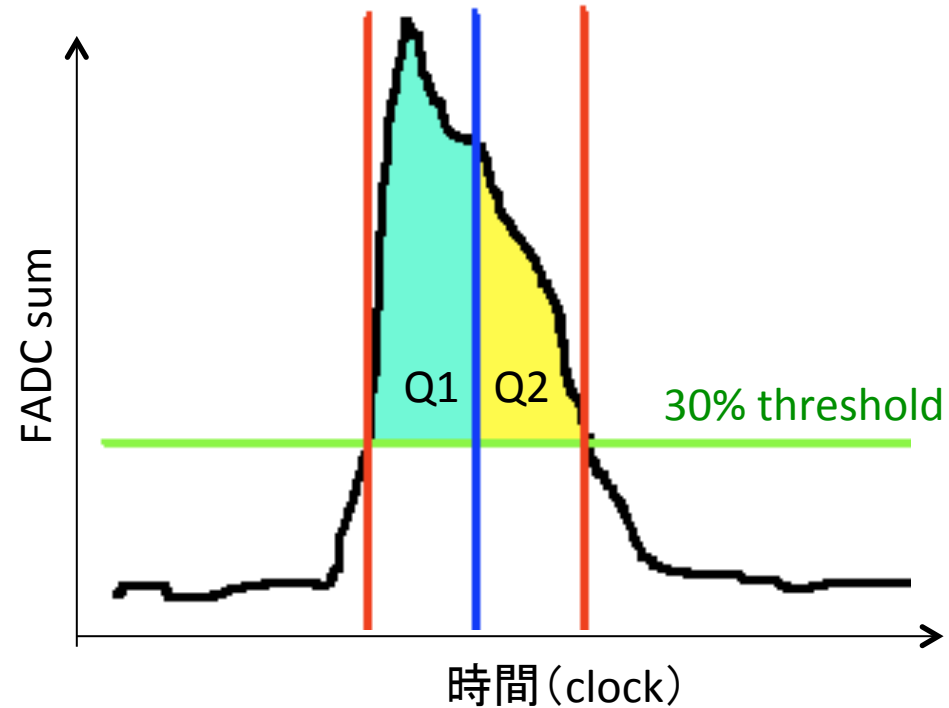
□FADC信号の解析

※ clockが飛跡の相対的なZ座標に対応

期待される電荷信号



FADCの信号



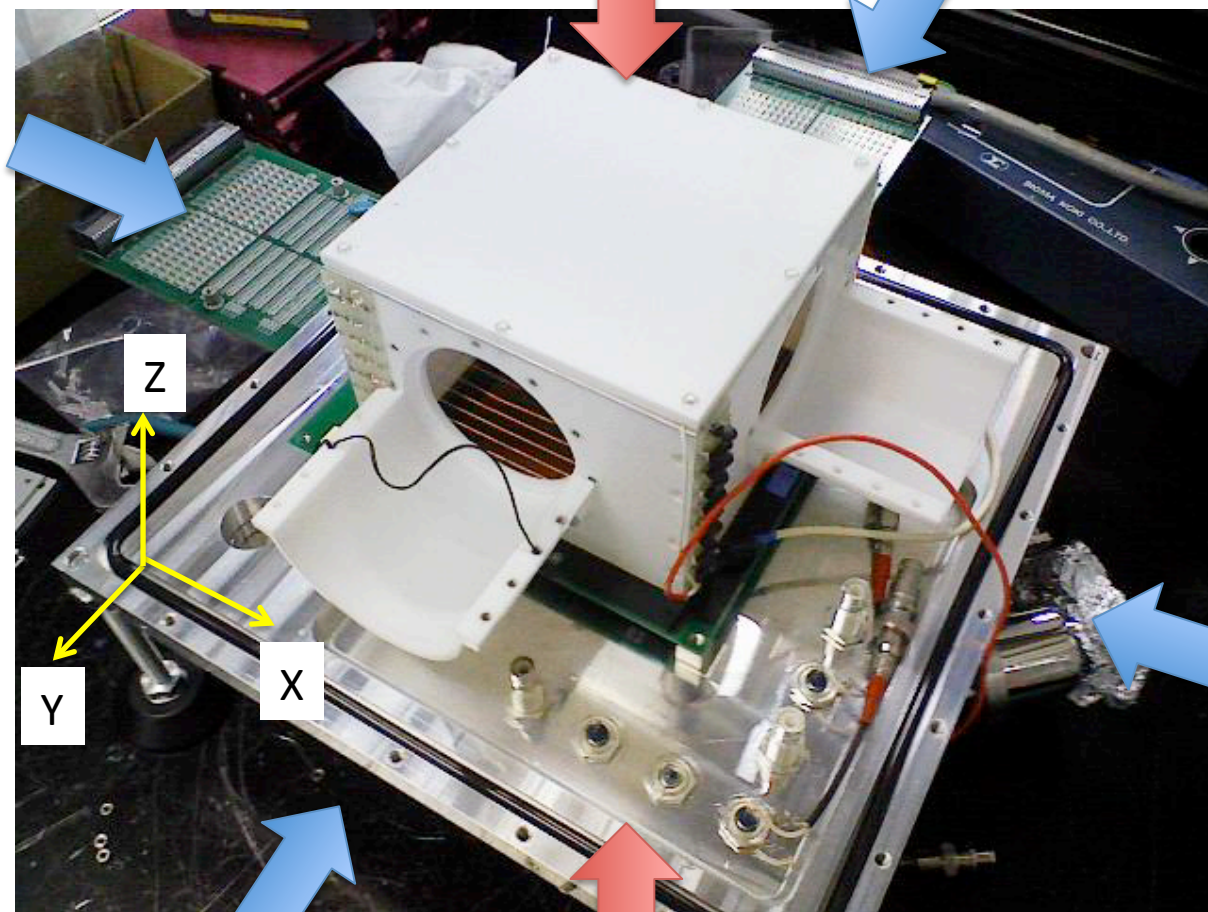
- ピーク値から30%の高さでthreshold設定(緑線)
- thresholdを超えた信号の中心値(青線)で信号を2つの領域に分割
- 非対称性パラメータとして" $Q1/(Q1+Q2)$ "を計算
- $Q1/(Q1+Q2)$ の値によって飛跡の前後判定を行う

□方向照射

-X照射

+Z照射

-Y照射



+X照射

+Y照射

n
-Z照射

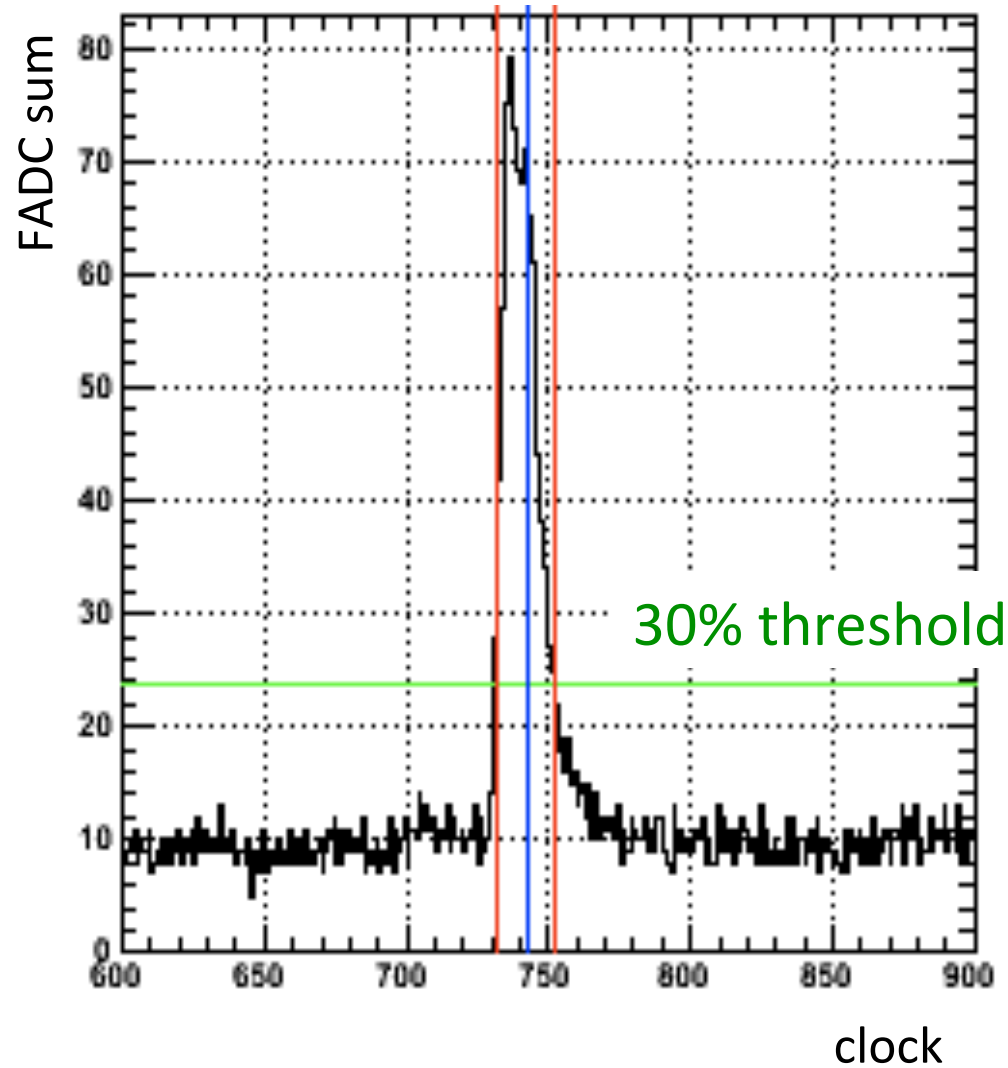
^{252}Cf による中性子(n)を照射
ガス: CF_4 0.2気圧

□ イベント例

実際の FADC信号

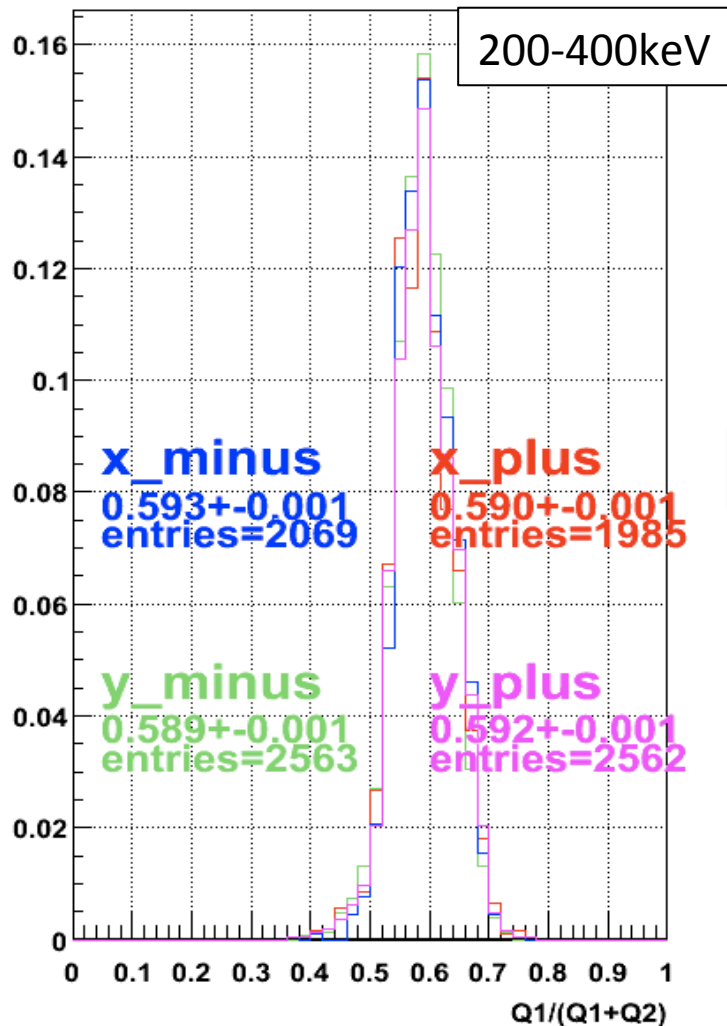
-Z照射

F原子核253keV



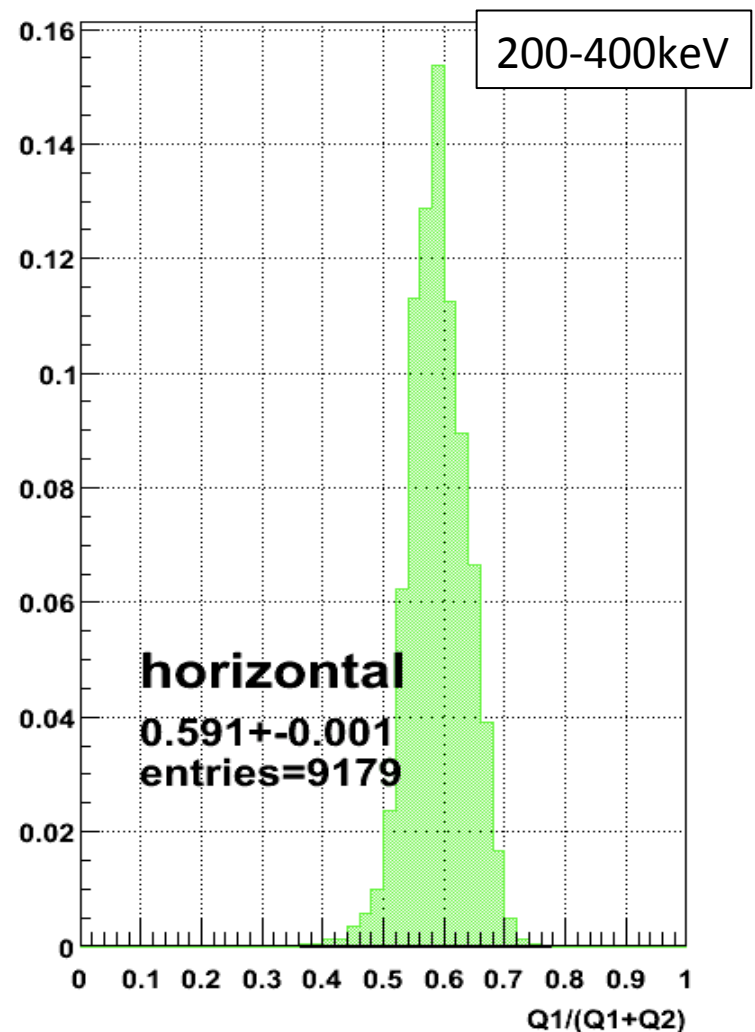
3. Result 水平照射 ($\pm X$, $\pm Y$)

4方向からの水平照射



⇒ 統計的に一致

4方向からの照射をまとめる

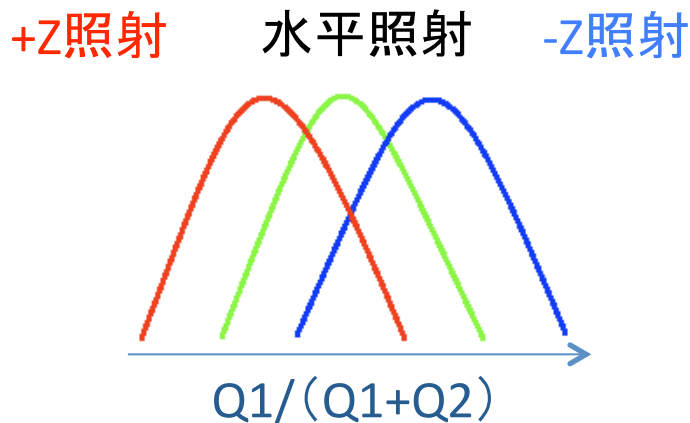


⇒ offset = - 0.591

□ z照射

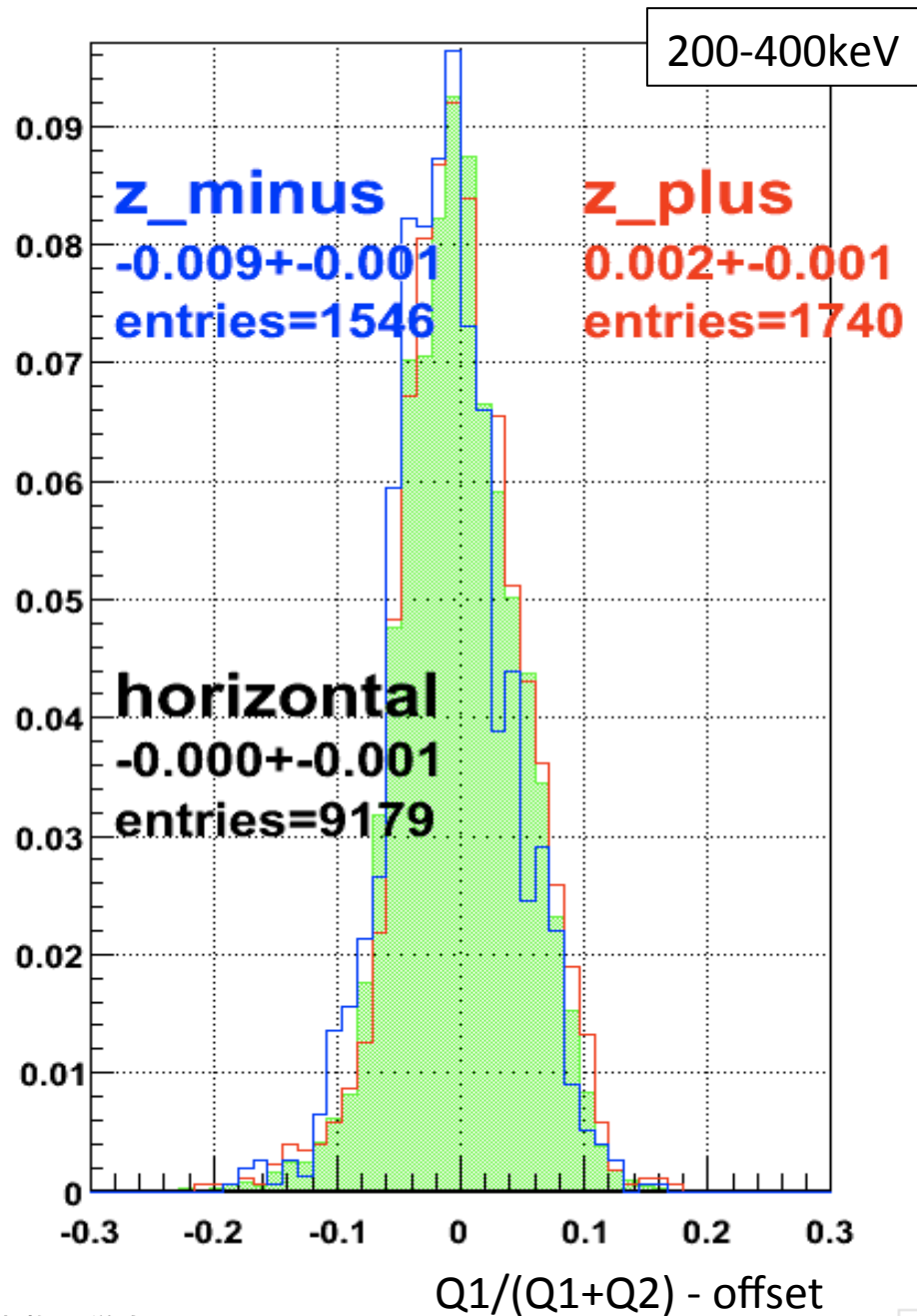
期待される傾向

- +z照射⇒マイナス側
- -z照射⇒プラス側



結果

- 水平照射 VS -z照射 ⇒ 統計的に分離
- +z照射 VS -z照射 ⇒ 逆の傾向



4. Conclusion

□ 今回の結果

- CF_4 0.2気圧にて反跳原子核の前後判定(Z方向)を行った
- -Z照射と水平照射において、非対称性パラメータに統計的な違いを確認できた
- $\pm Z$ 照射において期待とは逆の傾向が見られた

□ 今後

- ① $\pm Z$ 照射で逆の傾向が見られる原因を探る
⇒ 解析方法の改善
- ② 3次元飛跡について前後判定
- ③ 0.1気圧での前後判定