

# NEWAGE実験49: 小型の陰イオン $\mu$ TPCを用いた3次元飛跡検出とZの位置決定

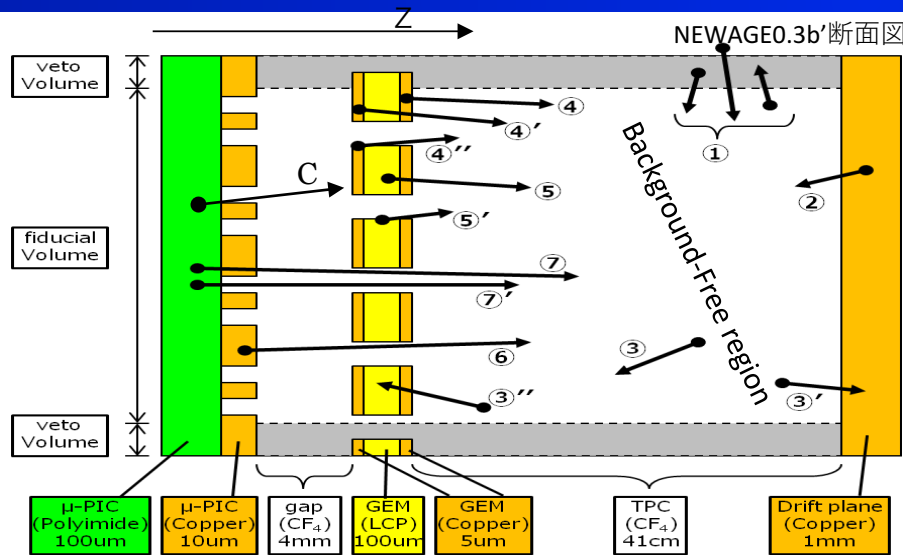
池田 智法

身内賢太郎、矢ヶ部遼太、橋本隆、中澤美季、石浦宏尚、中村輝石、伊藤博士  
神戸大学

2017年9月15日

2017年日本物理学会秋季大会

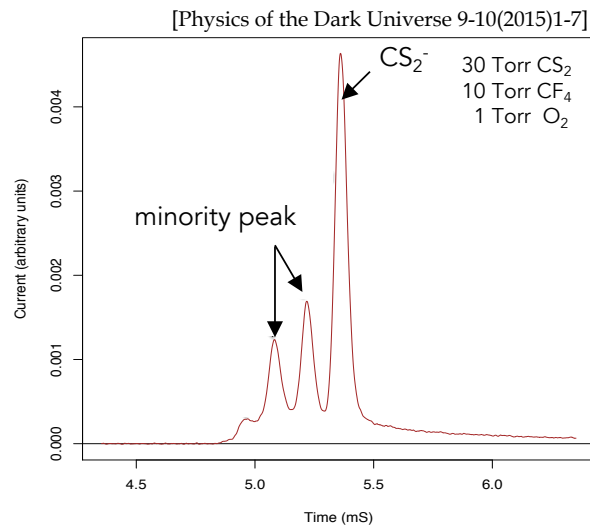
# モチベーション



## □ バックグラウンド

RUN14で検出器感度を制限していたBG

-->  $\mu$ -PICのガラス繊維由来の $\alpha$ 線



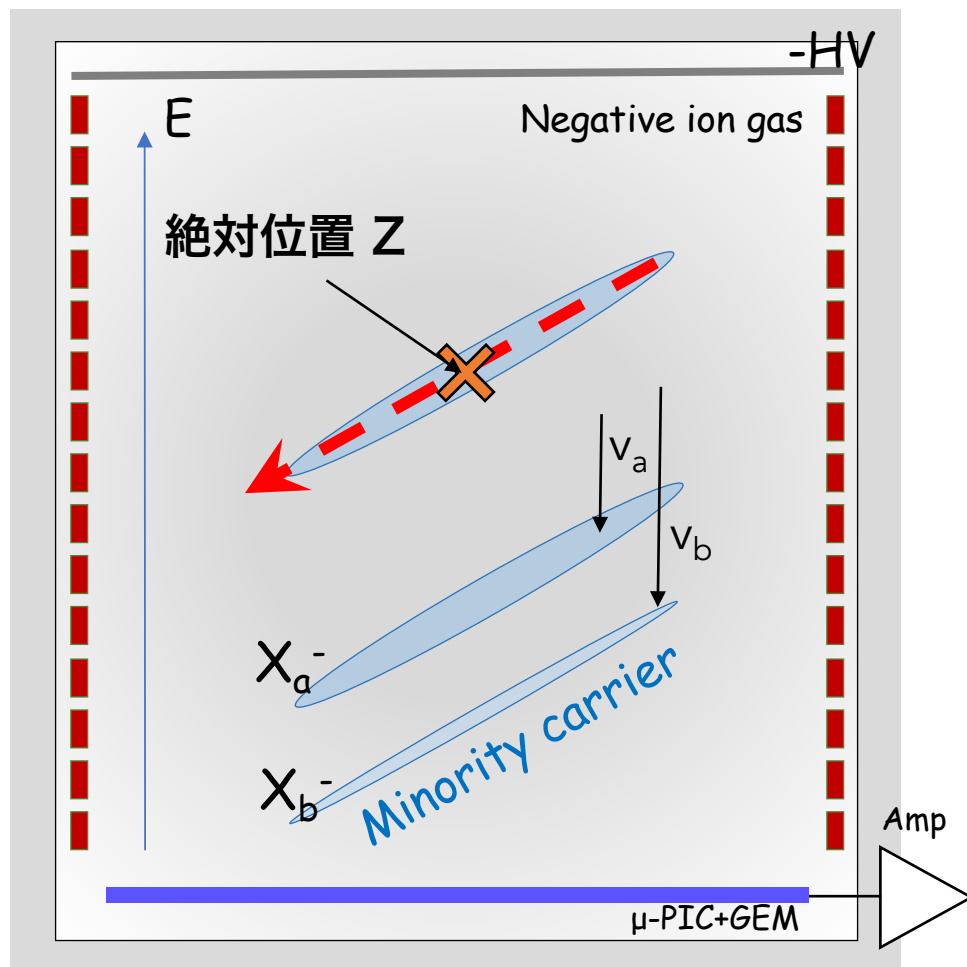
## □ 陰イオンガスを用いたZの位置決定

DRIFTグループ(英・米)が陰イオンガスCS<sub>2</sub>を用いてMWPC-TPCでZの絶対位置決定に成功した

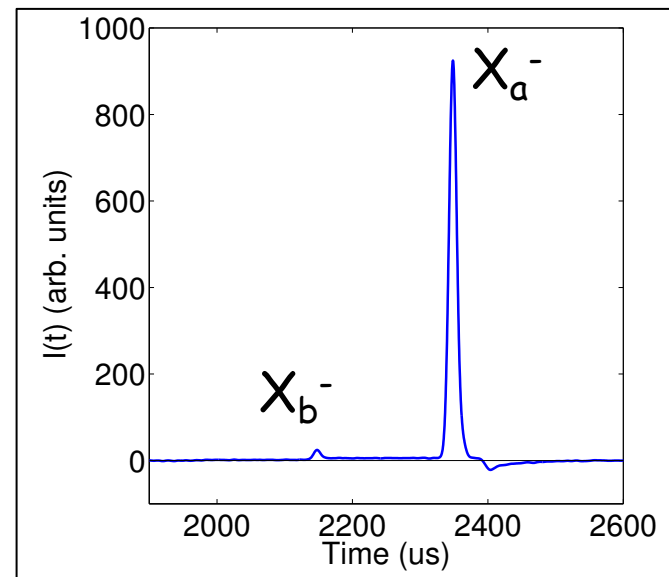
→陰イオンガスを $\mu$ TPCに導入し、高位置分解能飛跡検出と同時にZの有効体積カットをしたい

➤ NI $\mu$ TPC(陰イオン $\mu$ TPC)の開発

# 原理



信号波形



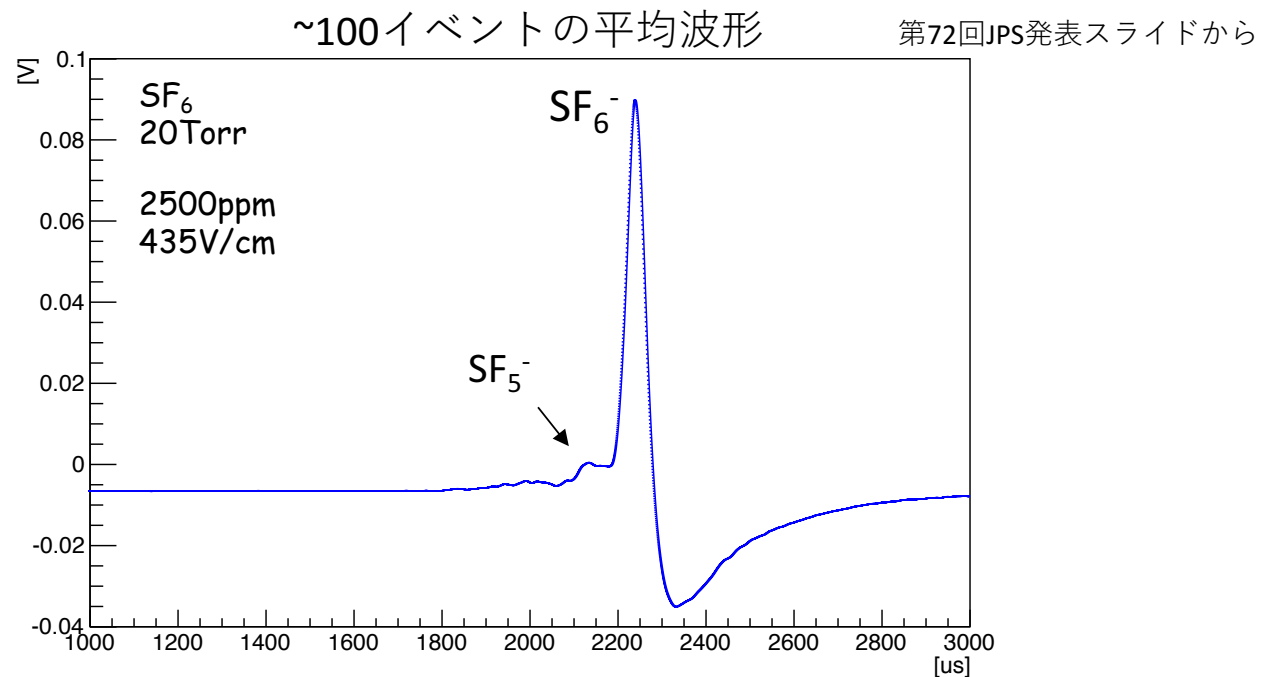
N.Phan talked @CYGNUS2015

$$z = (t_a - t_b) \frac{v_a v_b}{(v_b - v_a)}$$

- 2種類の陰イオンの検出時間を用いることで、絶対位置Zを測定できる

# 前回JPSの発表

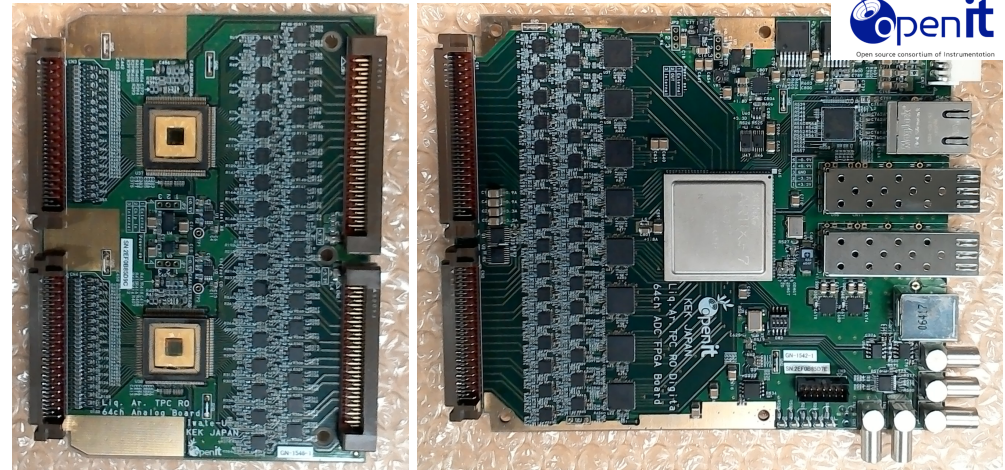
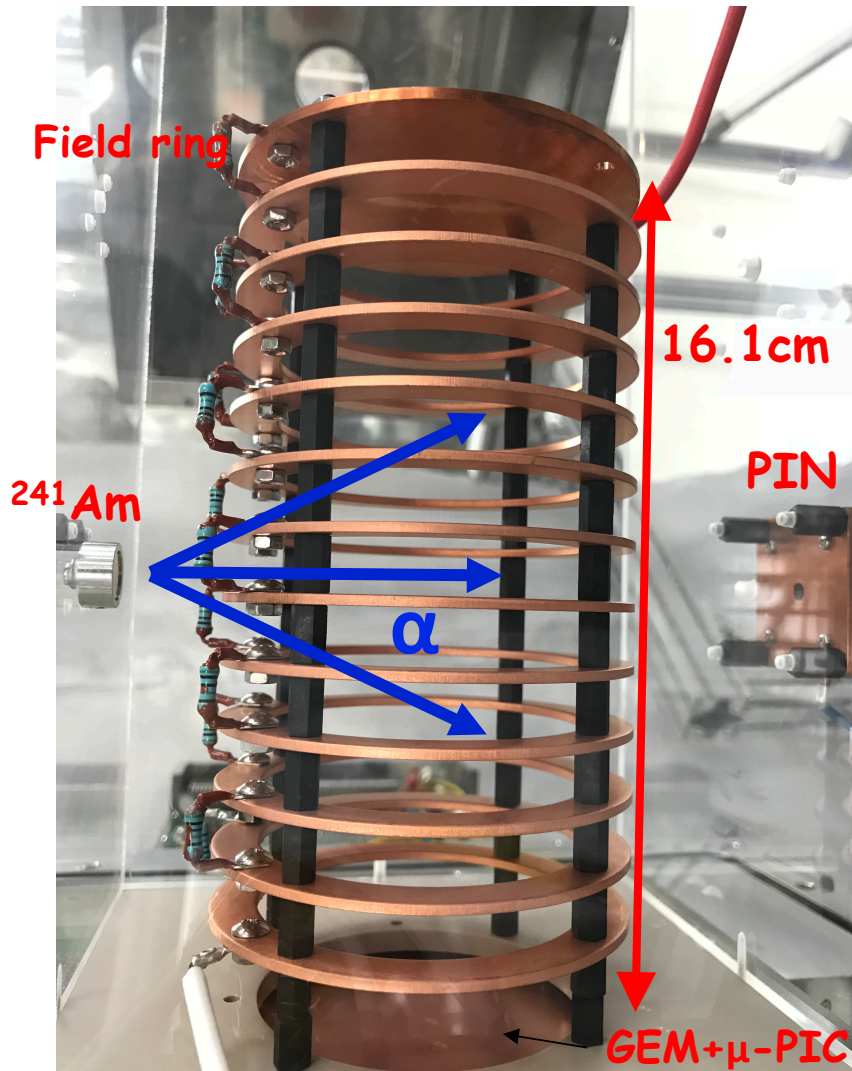
- 3チャンネルを足した $\mu$ -PICストリップからマイノリティチャージを観測
- Zの絶対位置決定に成功した



- 本研究では多チャンネル読み出し回路を用いて、飛跡検出と同時にZの絶対位置を測定した



# セットアップ



- KEK・岩手大学で共同開発された液体アルゴンTPC用の読み出しエレキ
- 64ch × 4000 sampling
- サンプリング周波数<20MHz以下

✓ 検出容量 : 1.28cm × 1.28cm × 16.1cm

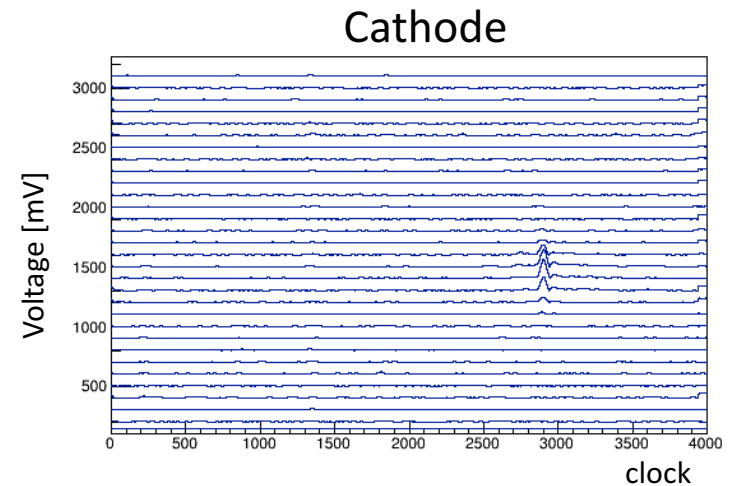
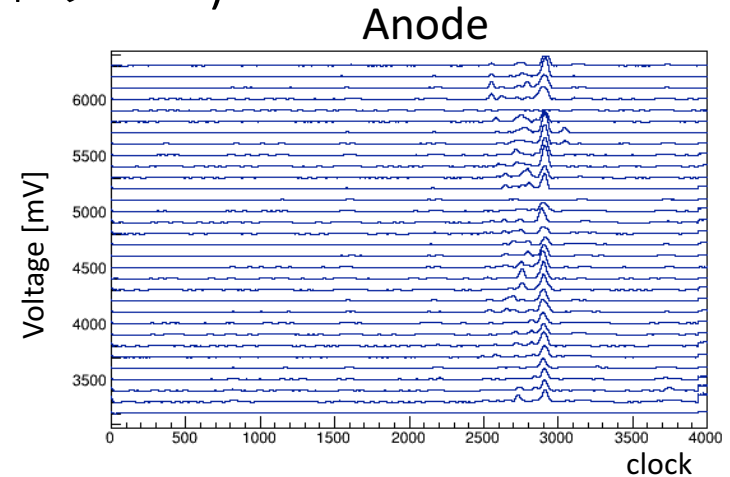
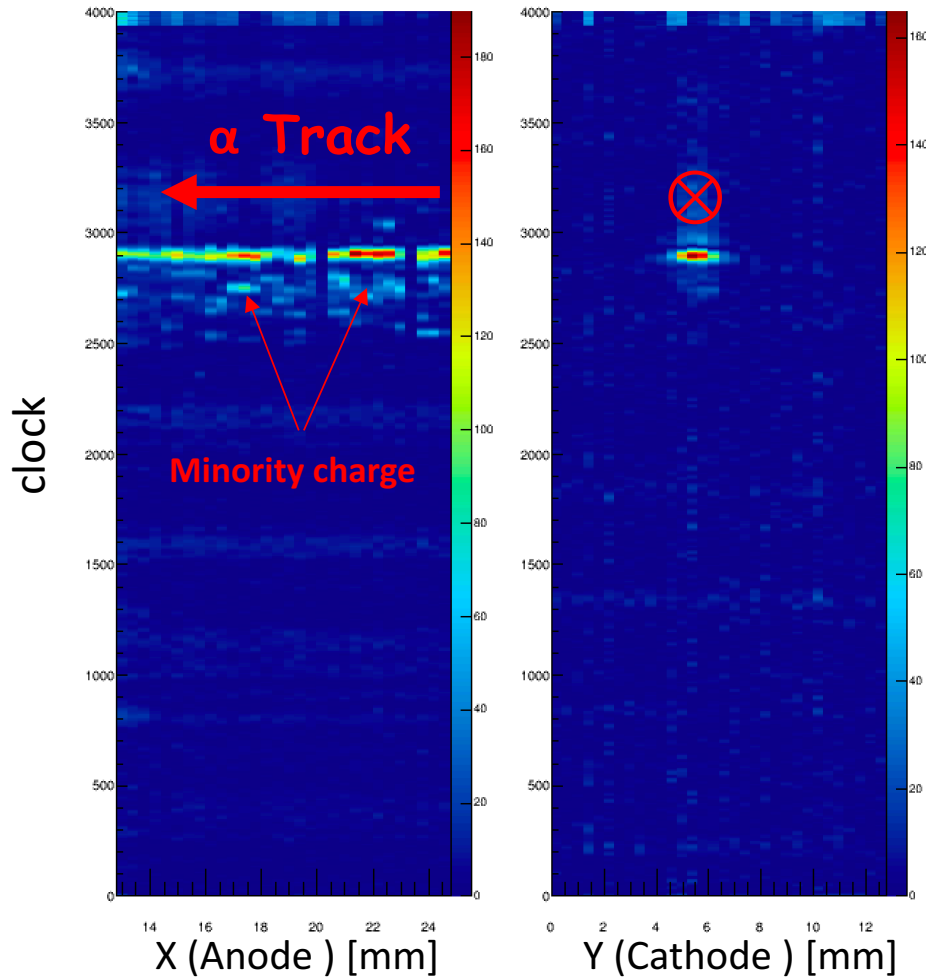
Anode 32ch

Cathode 32ch

Drift

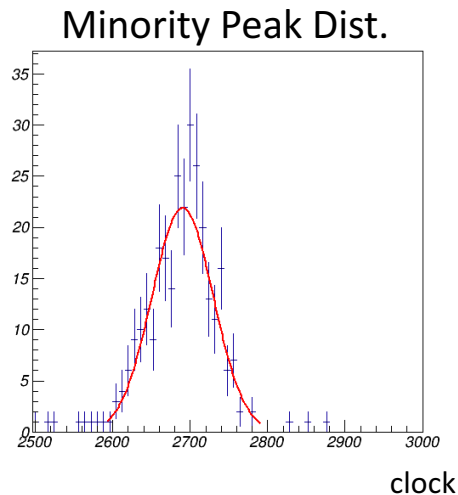
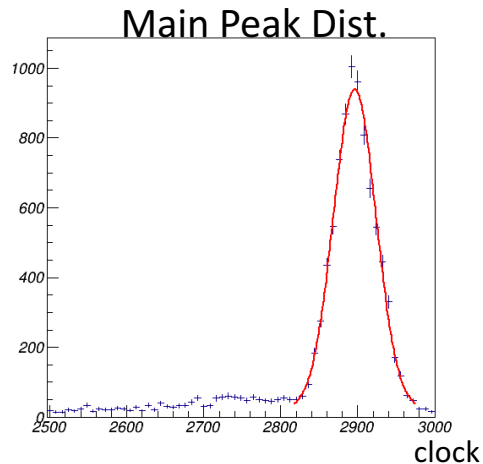
# 1イベント例

- アルファ線イベント例 (PINフォトリガー)



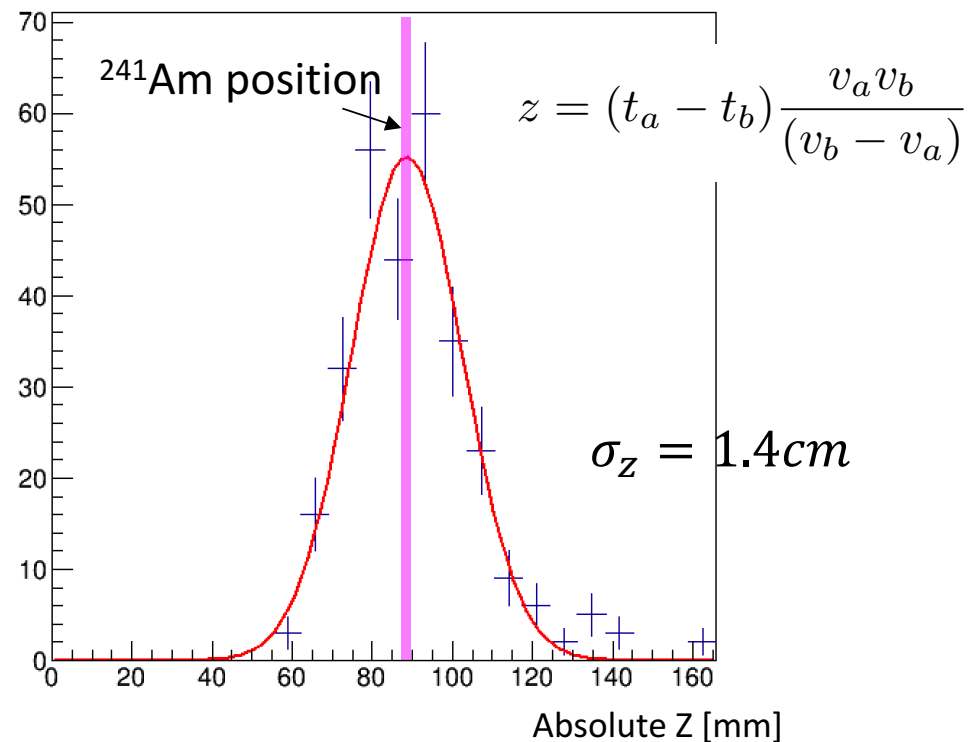
# Zの絶対位置較正

- PINフォトリガーイベントからZの絶対位置を較正する



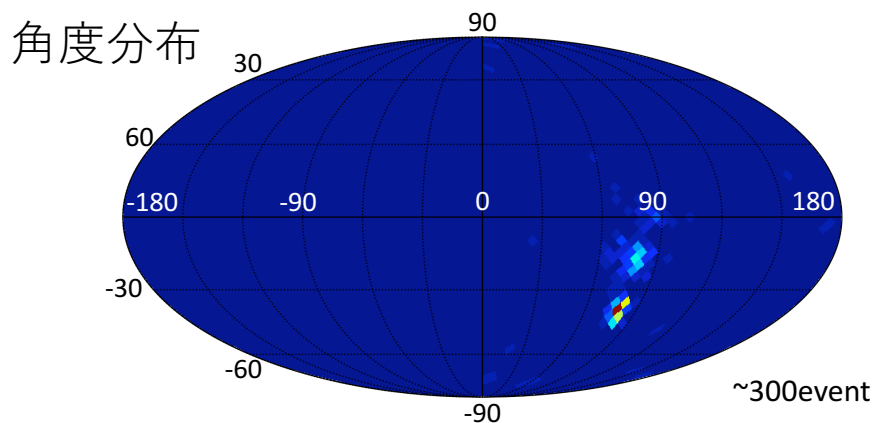
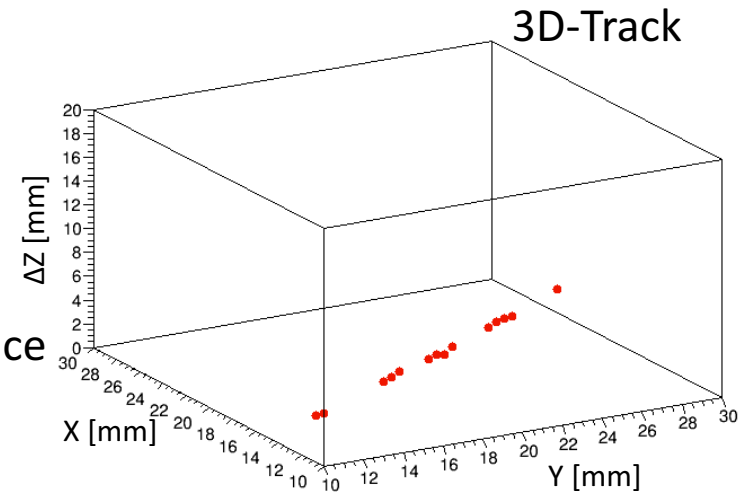
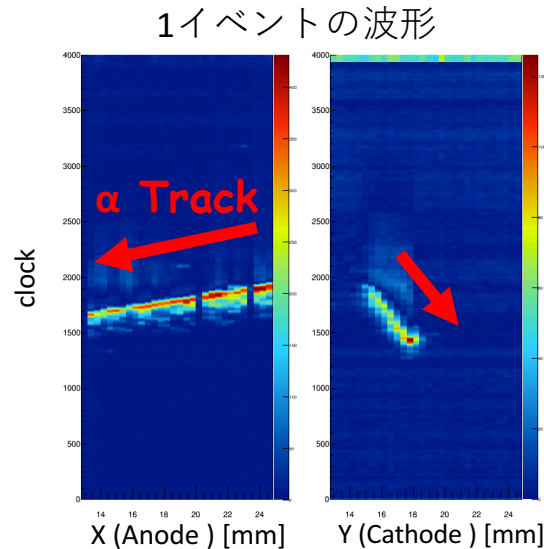
SF<sub>6</sub> (Main charge) Drift V : 8.0 [cm/ms]

SF<sub>5</sub> (Minority charge) Drift V : 8.6 [cm/ms]



# 3次元の飛跡再構成

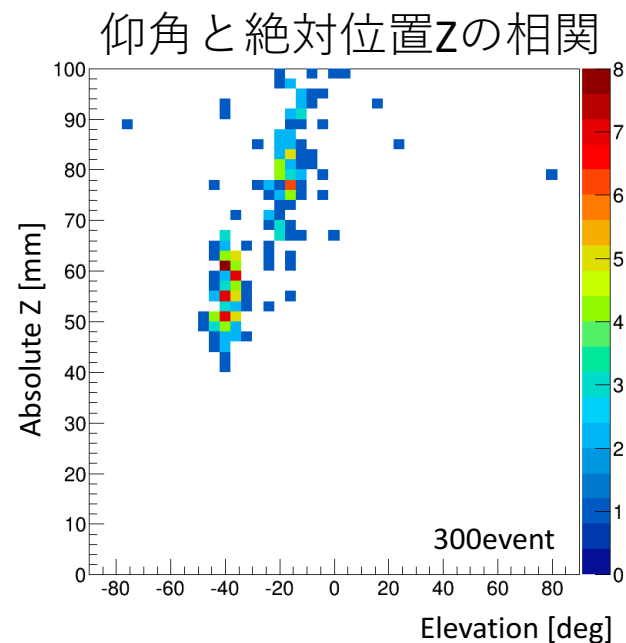
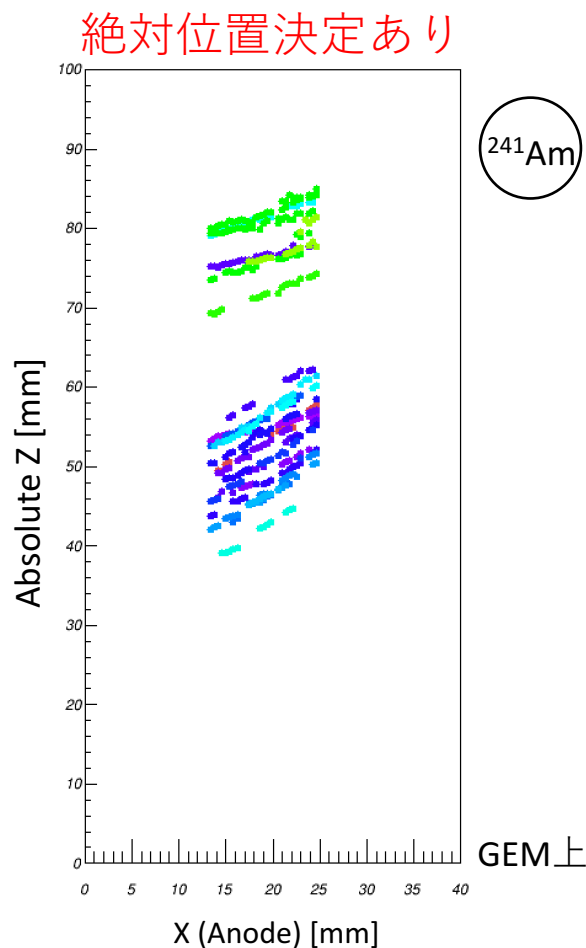
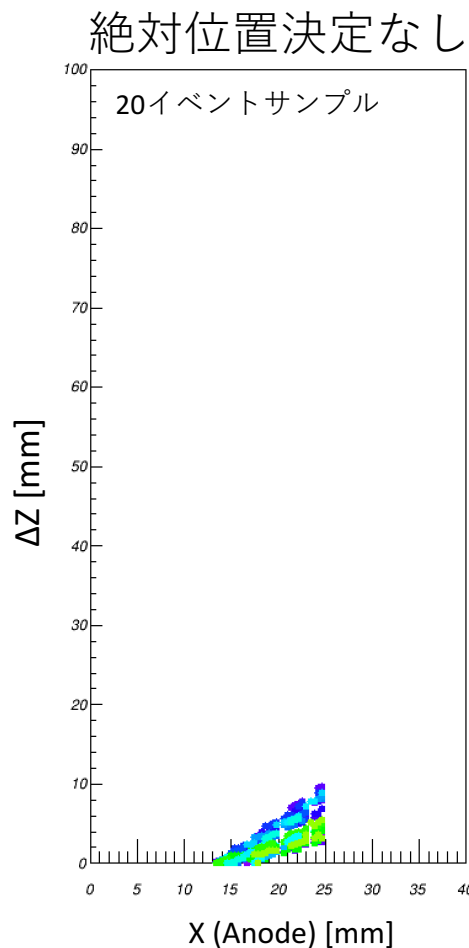
- セルフトリガーモードでの3次元の飛跡再構成



$^{241}\text{Am}$ 配置図



# + Zの絶対位置



➤ 3次元の飛跡検出と同時にAの絶対位置決定に成功



# まとめと今後



## □ まとめ

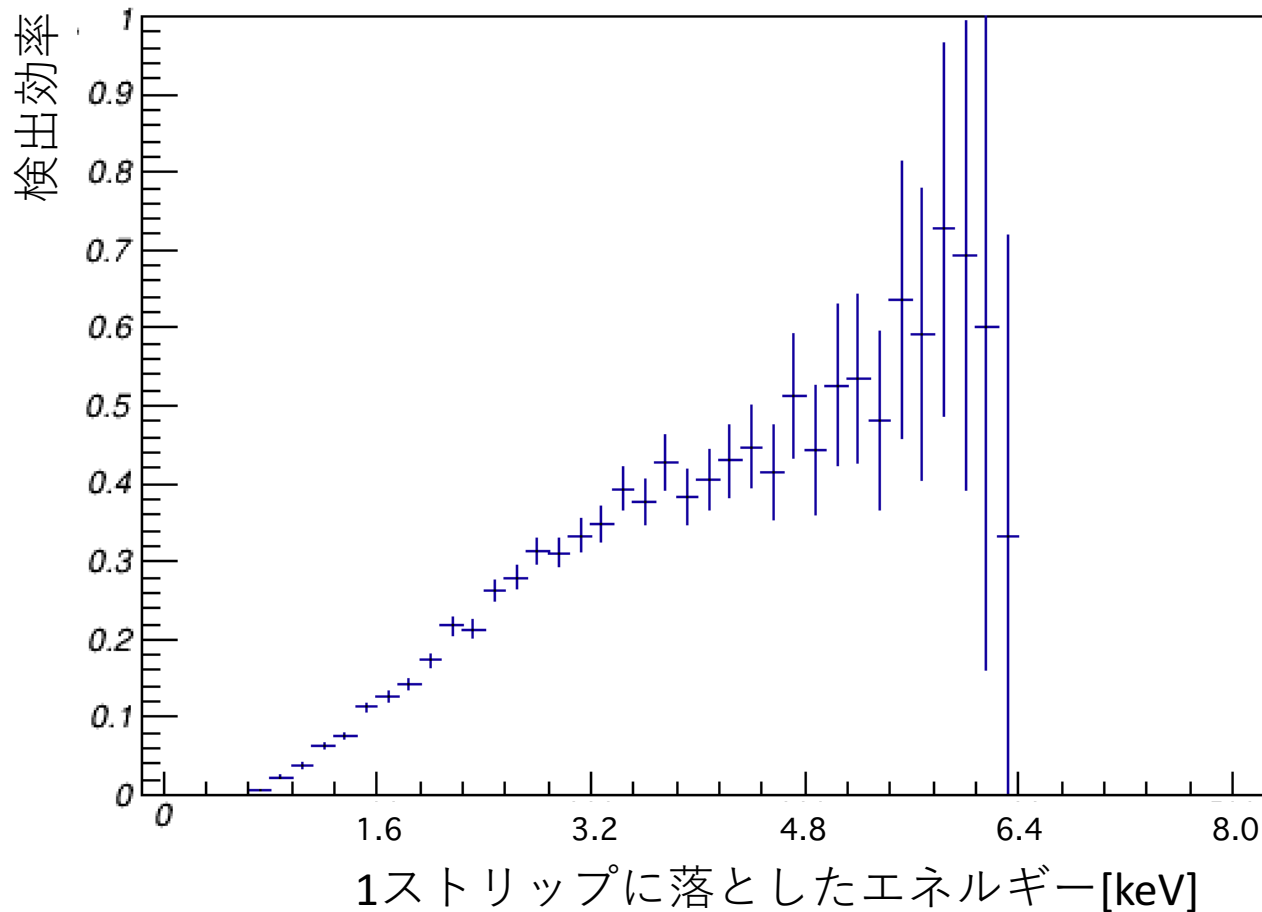
- $1.28\text{cm} \times 1.28\text{cm} \times 16.1\text{cm}$ の検出容積を持つ陰イオン $\mu\text{TPC}$ を開発した
- 3次元の飛跡検出をするとともにZの絶対位置測定を行なった

## □ 今後

- 陰イオン $\mu\text{TPC}$ 専用の読み出し回路の開発
- 大型の検出器の性能評価を行い暗黒物質探索実験に導入

BACK UP

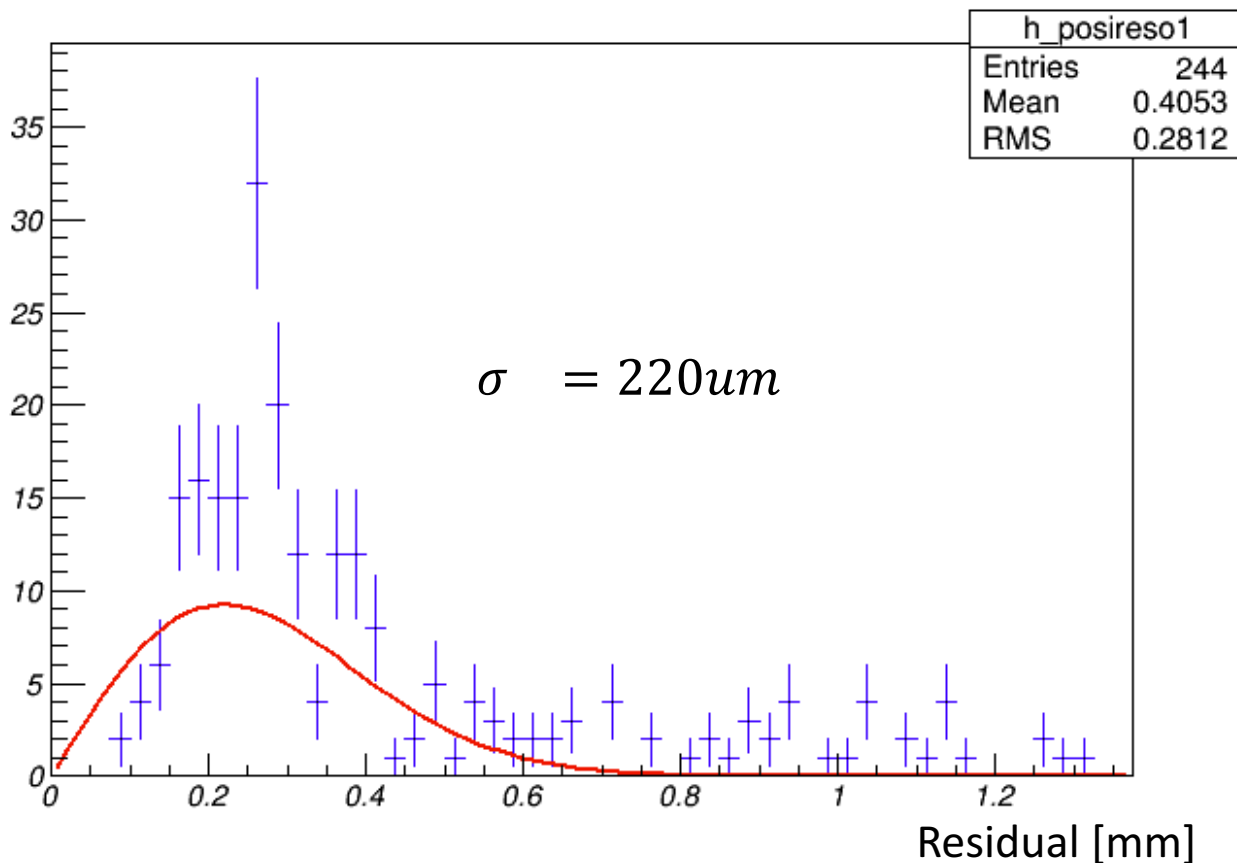
# Minority detection Eff



フッ素原子核が1ストリップに落とす最小エネルギー = 8keV

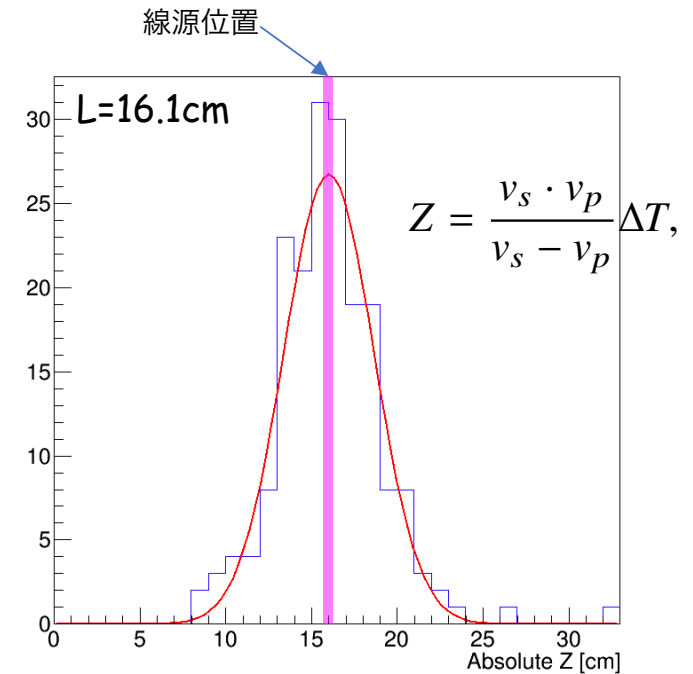
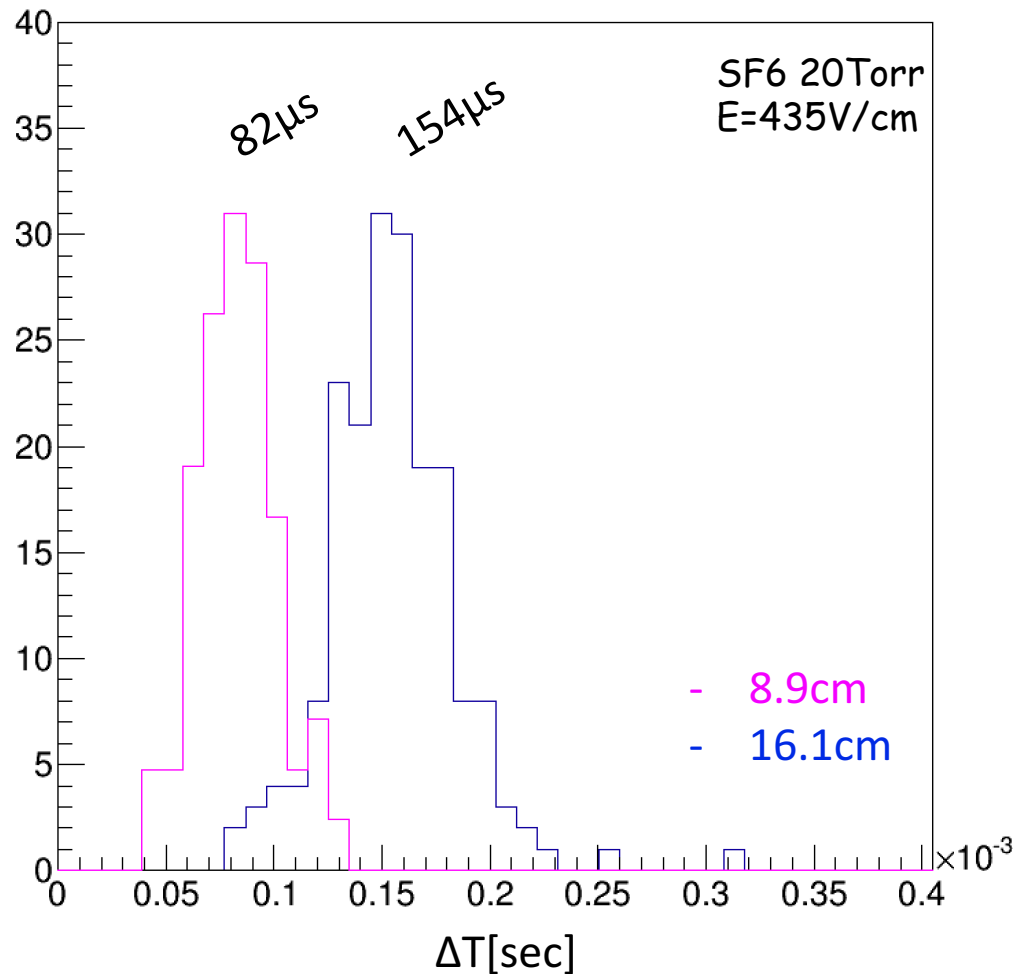


# 3D Position Resolution



- カソードストリップに沿ったイベントが多いため分解能が過小評価されている？

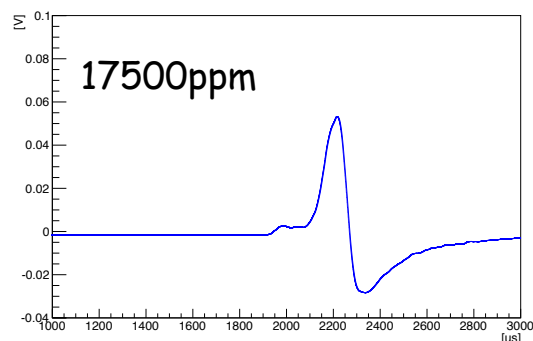
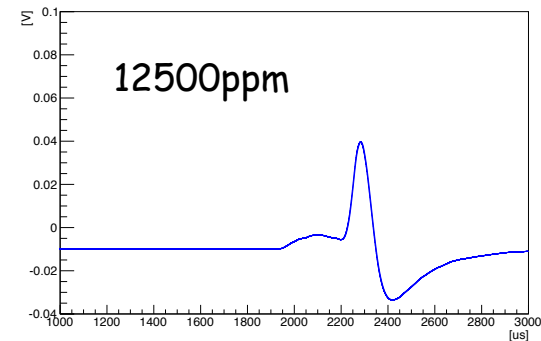
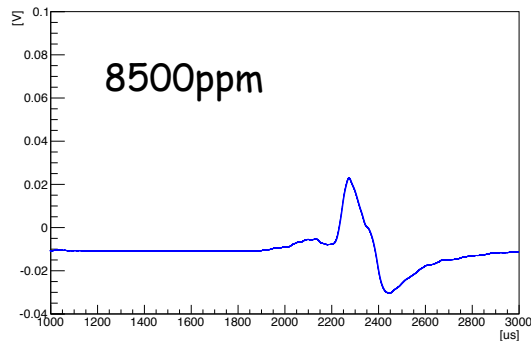
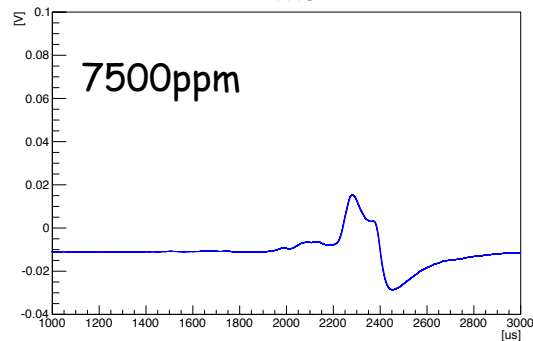
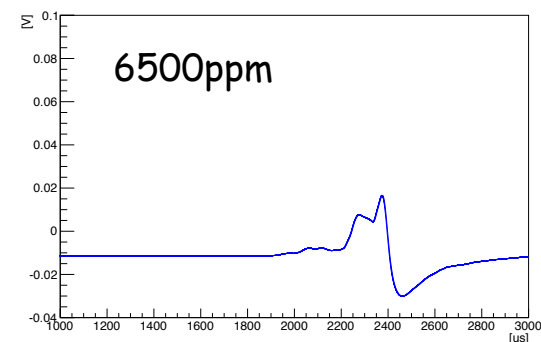
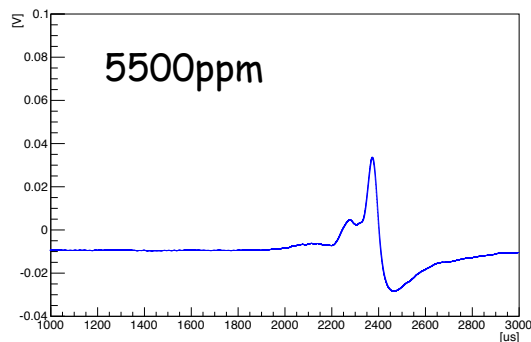
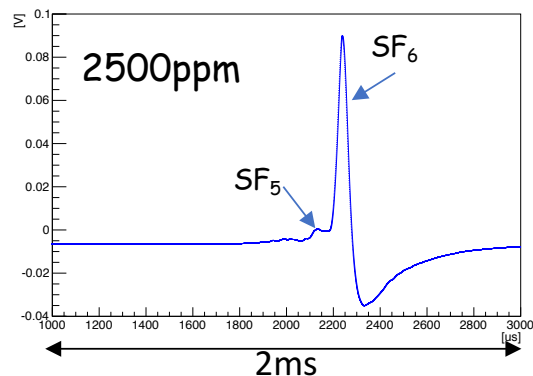
# Zの決定精度



- $Z \propto \Delta T$
- Zの位置決定精度

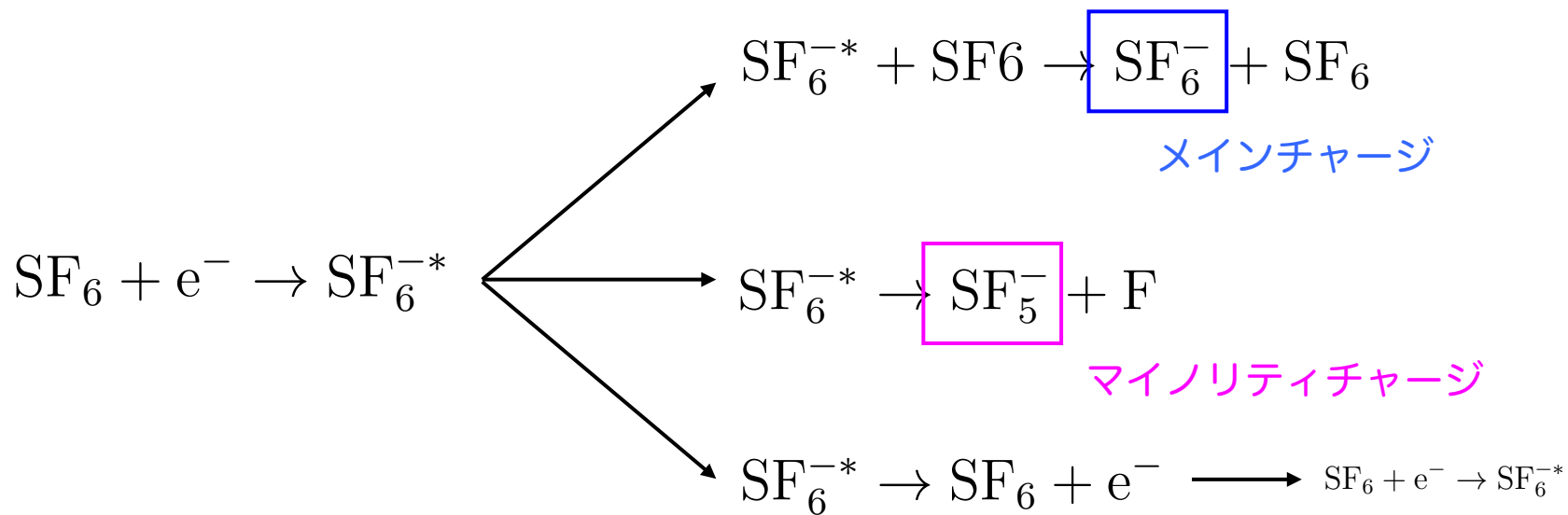
$$\sigma_z = 2.6 \text{ cm}$$

# アウトガスH<sub>2</sub>Oによる波形の変化



- H<sub>2</sub>Oの混入量が増加すると
  - SF<sub>5</sub>のピークが大きくなるように見える
  - SF<sub>5</sub>よりドリフト速度の速い電荷が増える

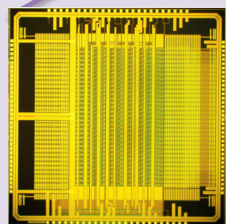
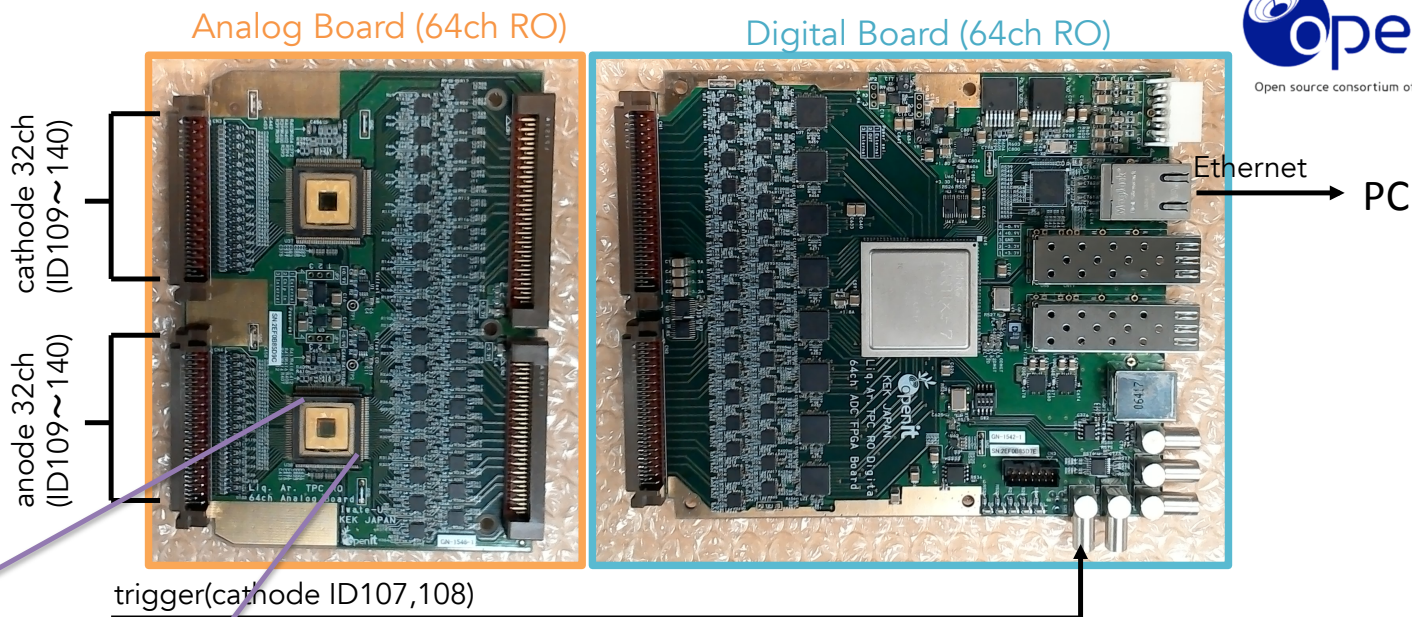
# 陰イオンの生成過程



# LTARS2014

Y.Kuromori's slide(岩手大)@2015JPS秋季大会

- NI $\mu$ TPCではシェイピングタイムの長いアンプが必要( $O(\mu s)$ )
- KEK・岩手大学で共同開発された液体アルゴンTPC用読み出しエレキを用いる



LTARS2014

Conversion gain 約9.0mV/fC  
最大入力電荷 60~100fC  
ENC 2000以下@300pF  
Shaping time 1 $\mu$ s

## デジタルボード

32ch differential inputs(2Vpp)  
12bits FADC  
4000 sampling  
サンプリング周波数<20MHz