

# J-PARCにおける Eハイパー核分光実験に用いる ハニカムドリフトチェンバーの開発

京大理, 高工研<sup>A</sup>  
森津学, 岡村敦史, 木内隆太<sup>A</sup>, 高橋俊行<sup>A</sup>,  
高橋智則<sup>A</sup>, 永江知文

2009/03/28

日本物理学会@立教大学

# 目次

## 1. イントロダクション

- Eハイパー核分光実験
- スペクトロメータシステム - SksPlus -
- ドリフトチェンバー - SDC3 -

## 2. チェンバーの設計

## 3. チェンバーの性能評価

- 検出効率の測定
- 位置分解能の測定・解析

## 4. シミュレーションによるSDC3の評価

- まとめ

# 1. イントロダクション

## $\Xi$ ハイパー核分光実験 - J-PARC E05 -

- $^{12}\text{C}(\text{K}^-, \text{K}^+)$ 反応を用いた $\Xi$ ハイパー核の分光実験 @J-PARC
  - ミッシングマス分光法

### 実験の目的



- ① 束縛状態をはじめてピークとして観測する  
(十分な統計量、エネルギー分解能 **< 3MeV**)
- ② 束縛エネルギー  
→  **$\Xi N$ の引力の強さ(実部)**
- ③ 束縛状態の幅  
→ 強い相互作用 ( $\Xi N \rightarrow \Lambda\Lambda$ ) による**転換幅(虚部)**



**$\Xi N$ 相互作用に関する情報を引き出す**

# スペクトロメータシステム - SksPlus -

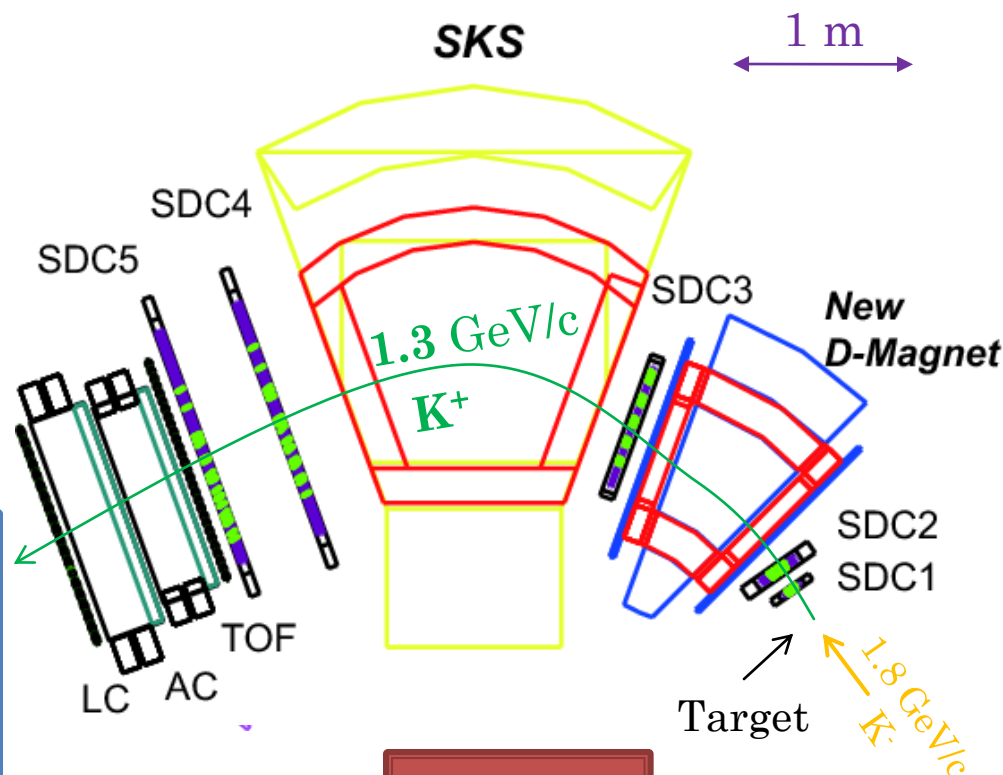
## ■ SKS

- ( $\pi^+$ ,  $K^+$ )反応を用いた $\Lambda$ ハイパー核分光実験に使用されてきた
- $p_{K^+} \sim 0.72 \text{ GeV}/c$
- Acceptance  $\sim 100 \text{ msr}$



## ■ SksPlus

- ( $K^+$ ,  $K^+$ )反応に対応するため、**D磁石**を追加して磁場を増強
- $p_{K^+} \sim 1.3 \text{ GeV}/c$
- Acceptance  $\sim 30 \text{ msr}$



ミッシングマスのエネルギー分解能  $< 3 \text{ MeV}$  を達成するために、

$$\Delta p/p \sim 0.17\%(\text{FWHM})$$

# ドリフトチェンバー - SDC3 -

5台のドリフトチェンバーで  
粒子の通過位置を測定  
→ トラッキング  
→ 運動量

## SDC3

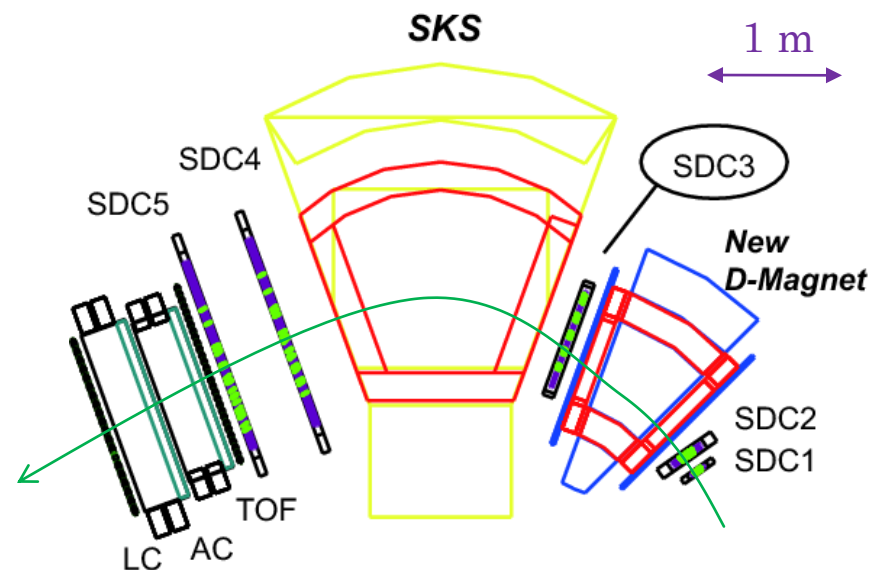
D磁石とSKSの間にインストール  
新規開発

### 目的

1. 位置測定点の増加による運動量分解能向上への寄与
2. D磁石とSKSで運動量を別々に測ることが可能 → 一貫性のチェック
3. SksPlusの初期セットアップ時において上流側と下流側のチェンバーの正確な位置合わせに使える

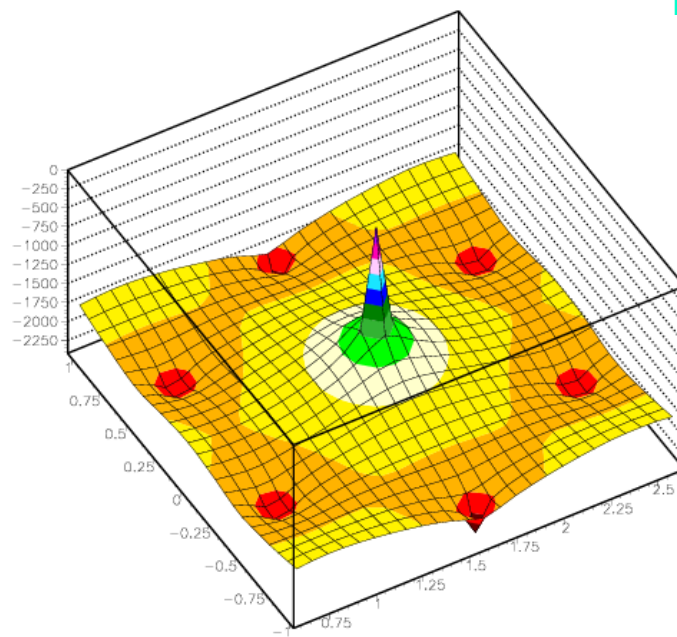
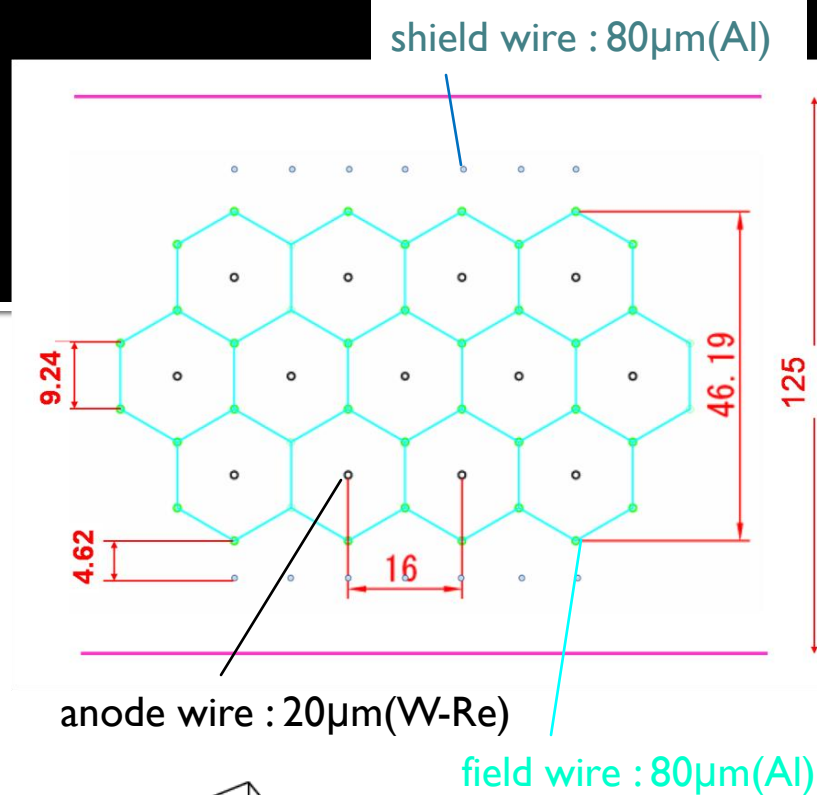
### 注意点

- ✓ 多重散乱の影響による運動量分解能の悪化を極力少なくすることが必要！！



## 2. チェンバーの設計

- effective area :  $1120 \times 340 \text{ mm}^2$
- drift length : 8 mm
- X(水平) 方向3層
- 六角セル構造 w/ shield wire
- Ar+C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>(50:50)ガス

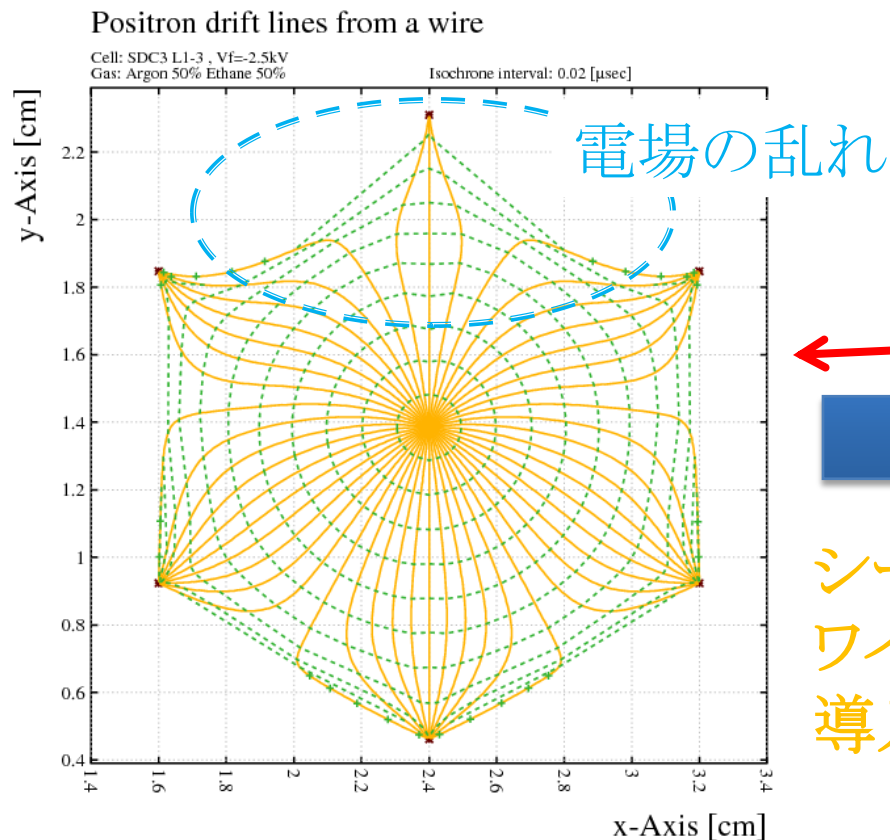


電位分布

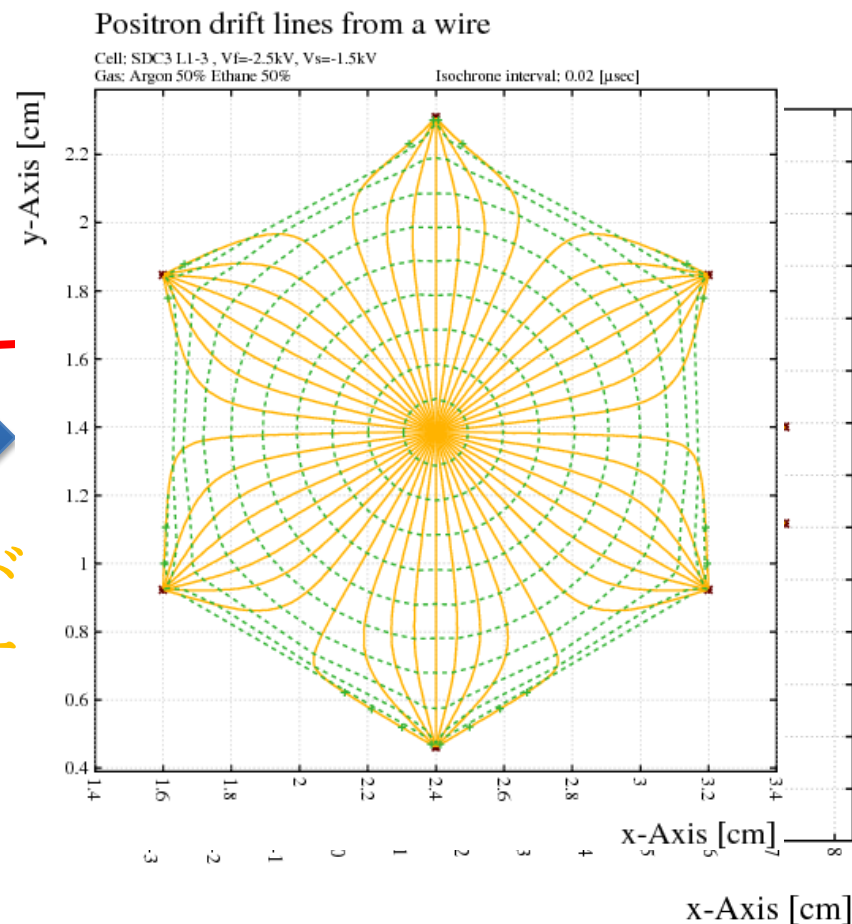
$$V_{\text{anode}} = \text{GND}$$
$$V_{\text{field}} = -2.5 \text{ kV}$$

# 電場計算

## --- シールドワイヤーの導入



シールド  
ワイヤー  
導入



電子のドリフトラインと等到達時間曲線  
Layer1 のセル : Garfield Simulation

電場の乱れを補正！！

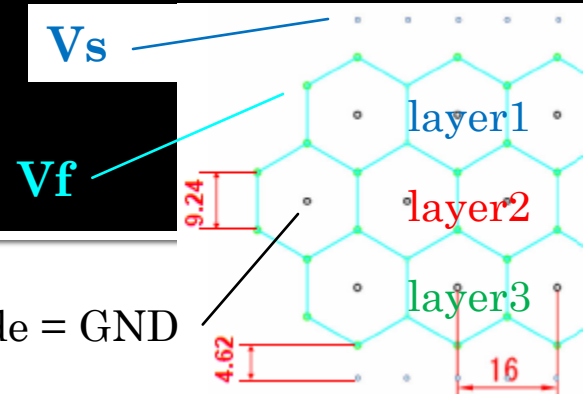


### 3. チェンバーの性能評価

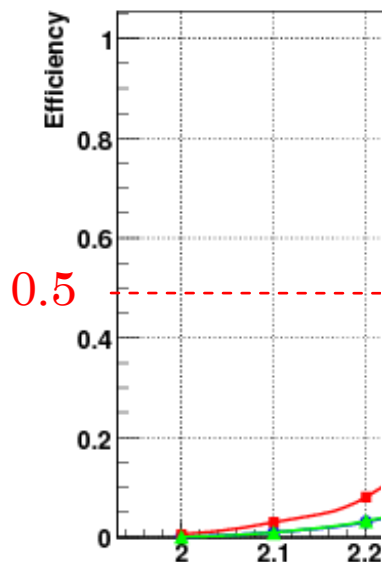


# 検出効率の測定

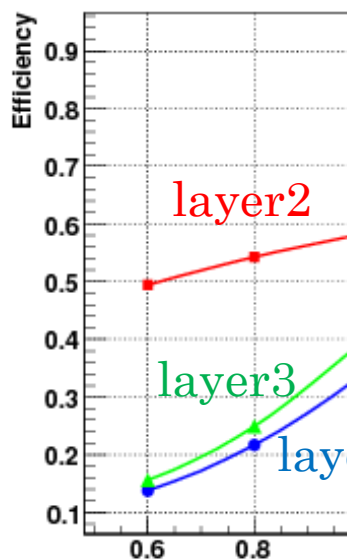
フィールドワイヤー( $V_f$ ) とシールドワイヤー( $V_s$ )  
の印加電圧の最適比



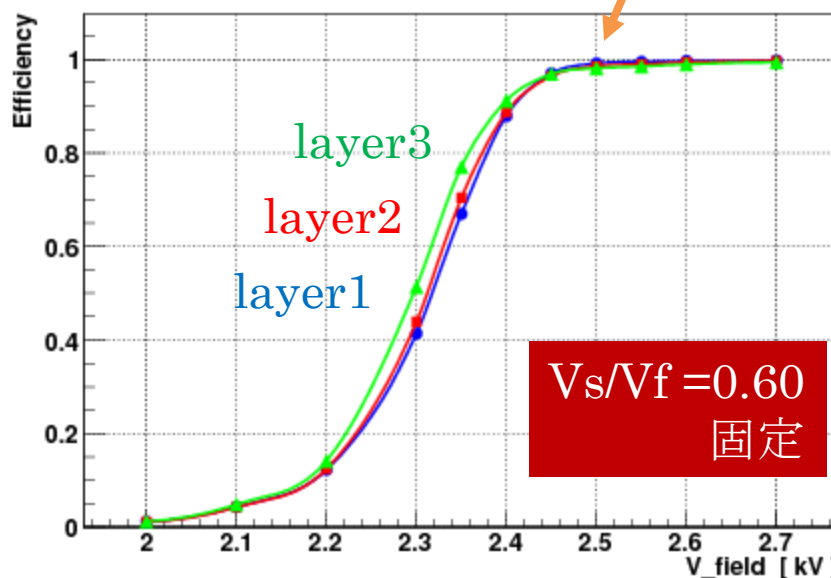
Efficiency curve (  $V_s = 0.6\text{kV}$  fixed )



Efficiency curve (  $V_f = 2.35\text{kV}$  fixed )



Efficiency curve (  $V_s/V_f = 0.6$  fixed )



$V_f = 2.5\text{kV}$  で  
検出効率~99%

$$\begin{aligned} V_s / V_f &= 1.40 / 2.35 \\ &= 0.60 \end{aligned}$$

# 位置分解能の測定

trigger : S1 × S2

$V_f = -2.5 \text{ kV}$

$V_s = -1.5 \text{ kV}$

セットアップ

Cosmic Ray

$< 27.8^\circ$

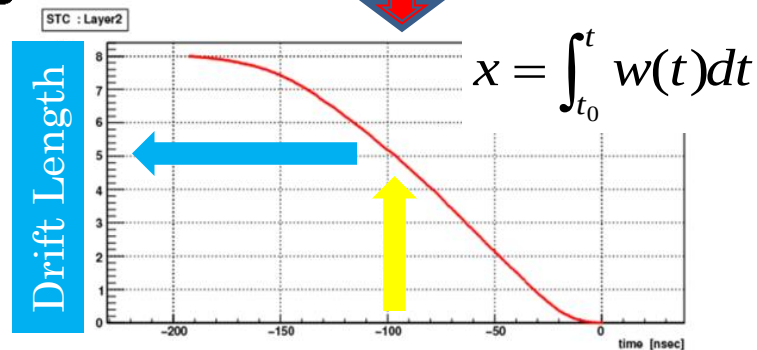
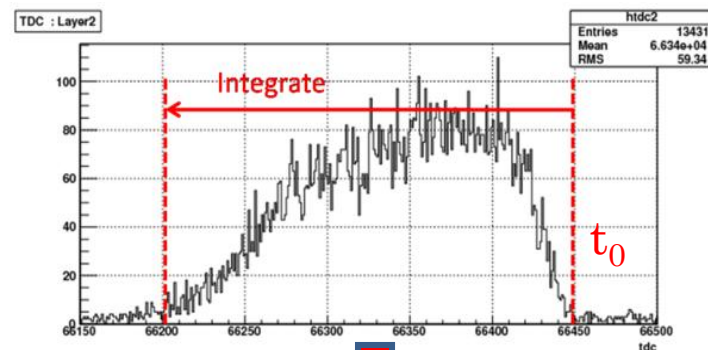
Plastic Scintillator: S1

SDC3

Plastic Scintillator: S2

eff. area = 1182

TDC Histogram  
(Common Stop)



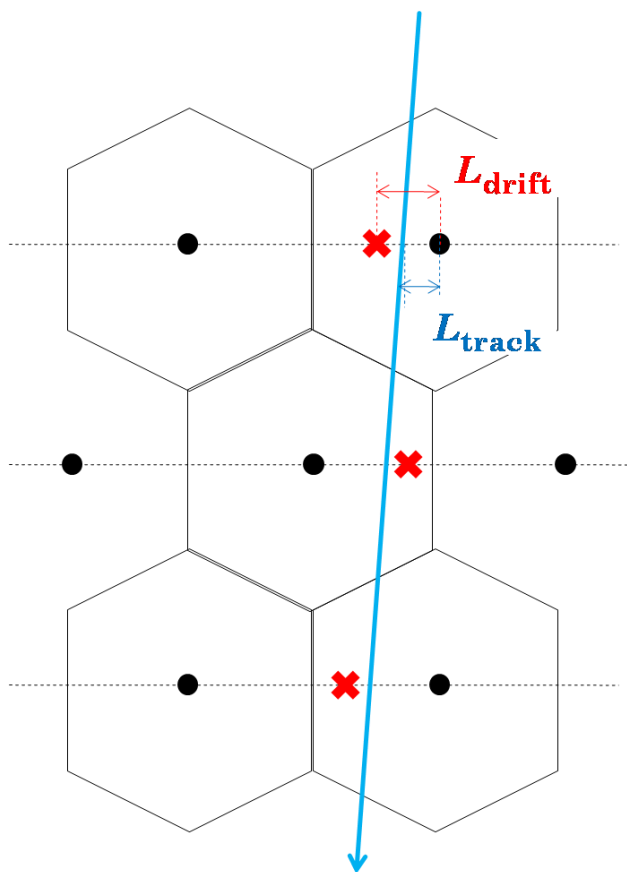
時間からドリフト距離  
への変換関数

Time

# 位置分解能導出の解析

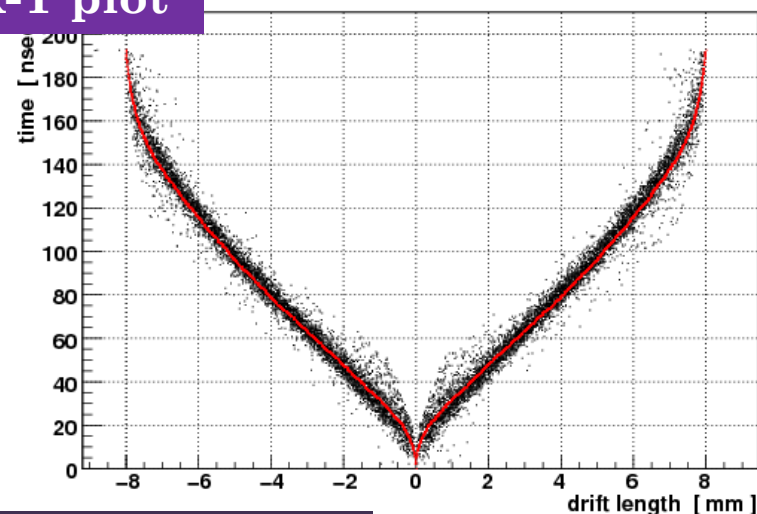
$L_{\text{drift}}$  : ドリフト距離

$L_{\text{track}}$  : 直線トラックとの距離

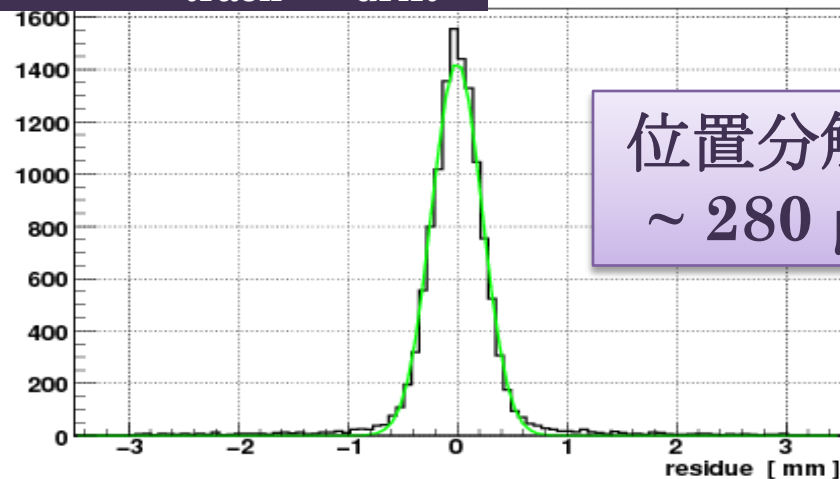


X-T plot

Layer2



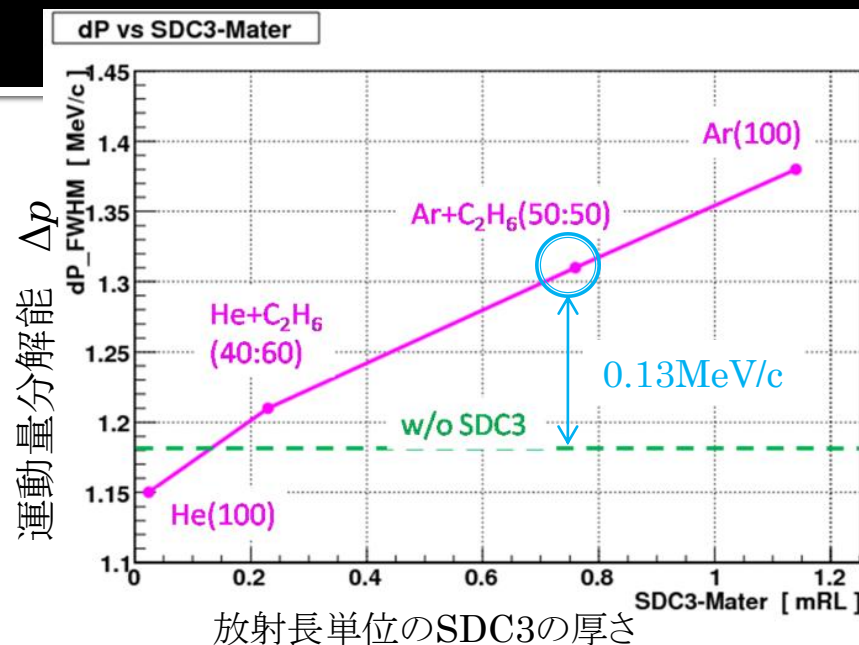
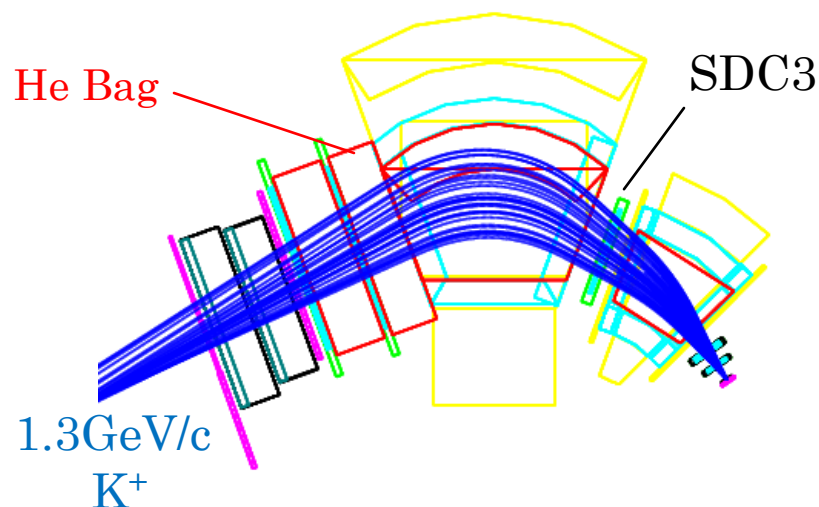
残差 =  $L_{\text{track}} - L_{\text{drift}}$



位置分解能  
~ 280  $\mu\text{m}$

[mm]

# 4. シミュレーションによるSDC3の評価



- シミュレーションによりSksPlusの運動量分解能を求めた
- SDC3の物質質量依存性
  - SDC3での多重散乱の影響により、運動量分解能はインストールしない場合よりも**0.13 MeV/c** 程度悪化する
  - しかし、Ar+C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>(50:50)ガスの場合でも、 **$\Delta p/p \sim 0.10\%$ (FWHM)** を達成  
→ 実験からの要請 ( $\Delta p/p < 0.17\%$ ) を十分満たす
  - 多重散乱の少ないHeベースのガスに変えられれば、運動量分解能はさらに向上させられる

チェンバーの位置分解能  
300 $\mu$ mを仮定

# まとめ

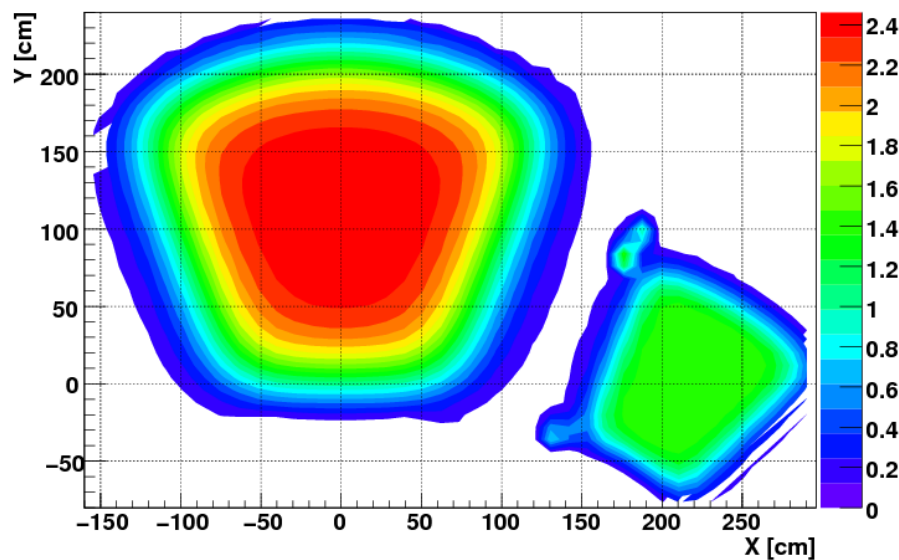
- $^{12}\text{C}(\text{K}^-, \text{K}^+)$ 反応を用いた $\Xi$ ハイパー核の分光実験をおこなう
  - 3 MeV以下のエネルギー分解能で束縛状態のピーク位置と幅を測定
  - 高運動量領域に対応するため既存のSKSに改良を加え、SksPlusスペクトロメータを構築
- ドリフトチェンバーSDC3を開発
  - 設計および電場計算
  - 性能評価 → 検出効率 ( $V_f=2.5\text{kV}$ ,  $V_s=1.5\text{kV}$ 以上で $\sim 99\%$ )  
→ 位置分解能 ( $280\mu\text{m}$ )
- シミュレーションにより運動量分解能への影響を評価
  - 実験からの要請( $\Delta p/p < 0.17\%$ )を十分に満たす $\Delta p/p = 0.10\%(\text{FWHM})$   
(ミッシングマスのエネルギー分解能:  $2.5\text{MeV}$ )が見込まれる

# Backup Slides

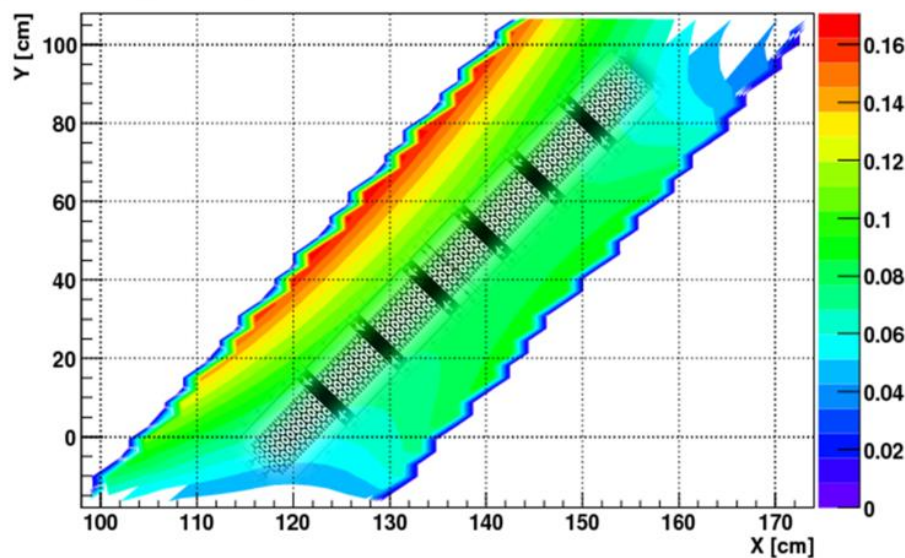


# 漏れ磁場の影響

SksPlus Magnetic Field  $B_z@z=0$

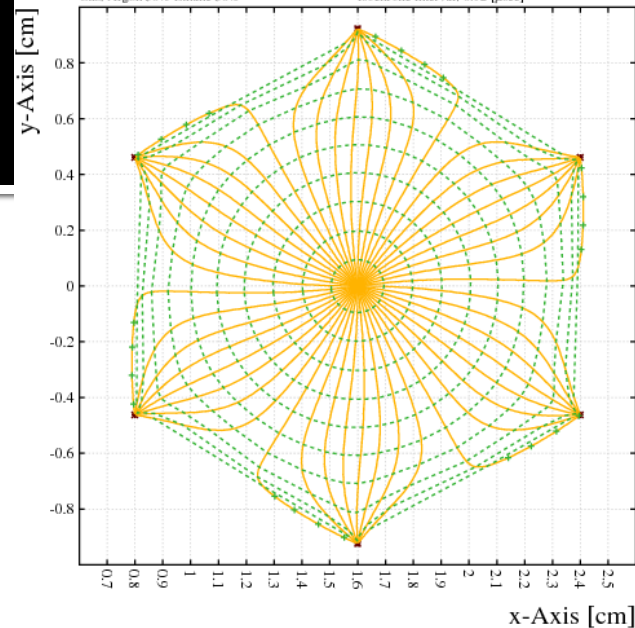


SDC3-region Magnetic Field  $B_z@z=0$



Positron drift lines from a wire

Cell: SDC3 L2-3,  $V_f = -2.5\text{ kV}$   $V_s = -1.5\text{ kV}$   $B_z = 0.1\text{ T}$   
Gas: Argon 50% Ethane 50% Isochrone interval: 0.02 [usec]



x-t plot with magnetic field

