

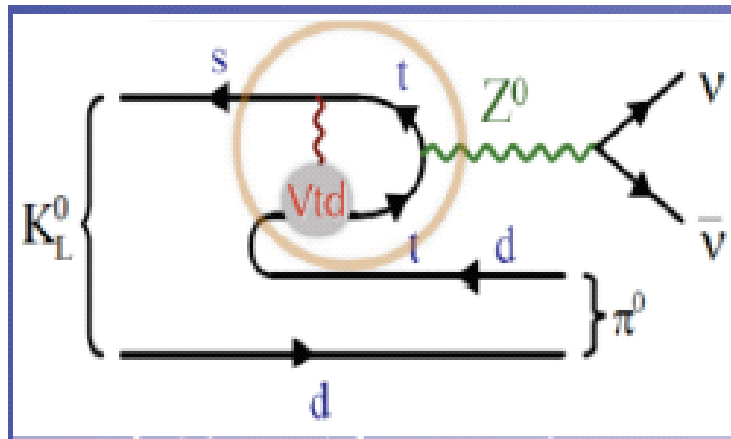
# KOTO実験のための中性KLビームラインのプロファイル測定

京都大、KEK<sup>A</sup>

高橋剛、笹尾登、野村正<sup>A</sup>、南條創、  
森井秀樹、塩見公志、河崎直樹、  
増田孝彦、内藤大地、前田陽祐、  
他 J-PARC E14 KOTO Collaboration

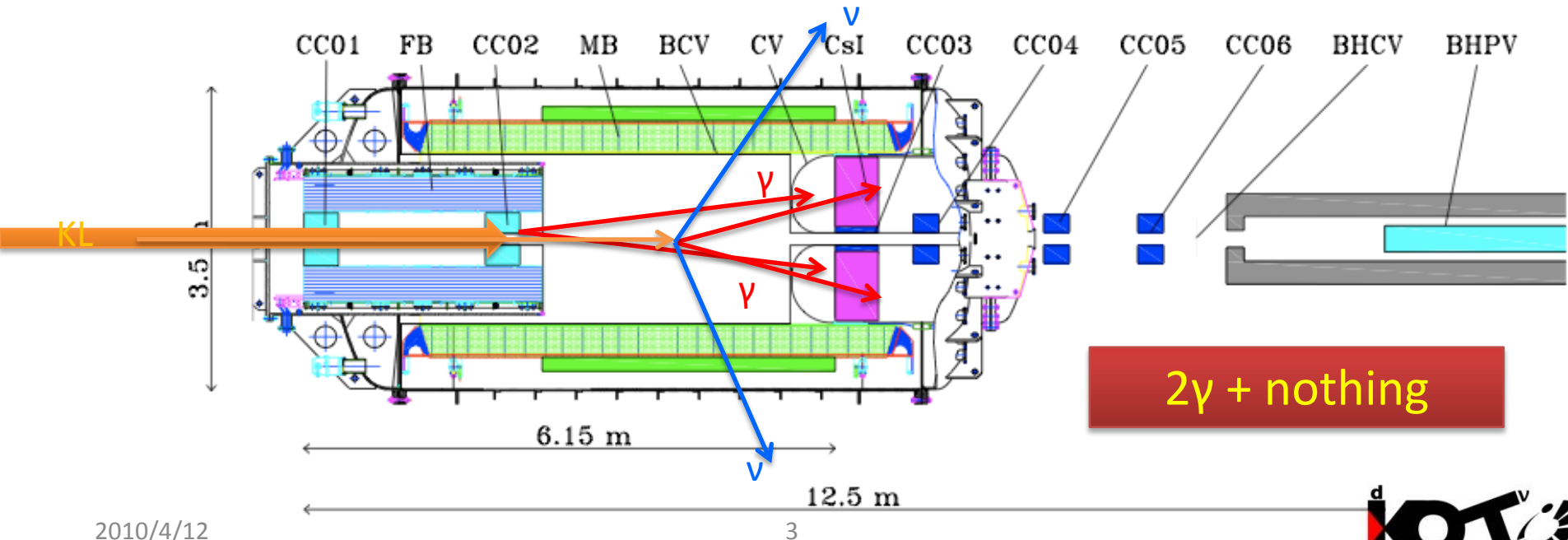
# K<sup>0</sup>TO実験

- KL → π<sup>0</sup> νν崩壊
  - 崩壊率が小林益川行列のη<sup>2</sup>に比例
  - 理論的不定性が小さい
  - SMの精密検証、New Physicsの探索
  - SM Br(KL → π<sup>0</sup> νν) = 2.5 × 10<sup>-11</sup>



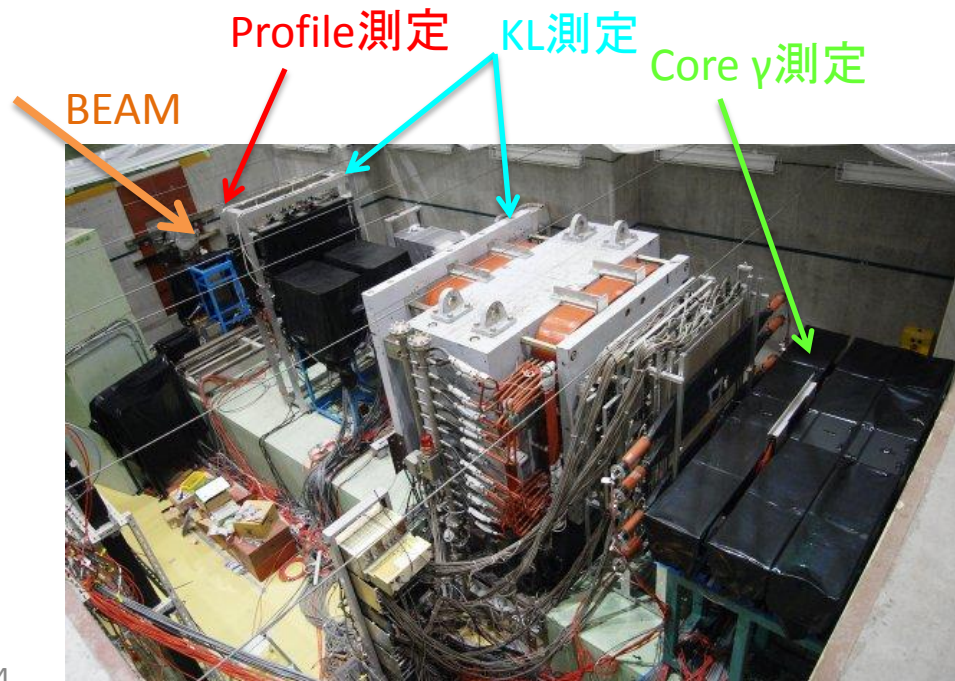
# 測定原理

- $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu} \rightarrow 2\gamma + \nu \bar{\nu}$  (何も粒子がない)
  - $2\gamma$  CsIカロリメータで位置とエネルギーを測定  
 $\pi^0$ のビーム軸上での崩壊を仮定  $\rightarrow$  (細いビーム)
  - $\nu \bar{\nu}$  全立体角を検出器群でveto
- ビーム周りのハロー中性子によるB.G.  $\rightarrow$  (Cleanなビーム)

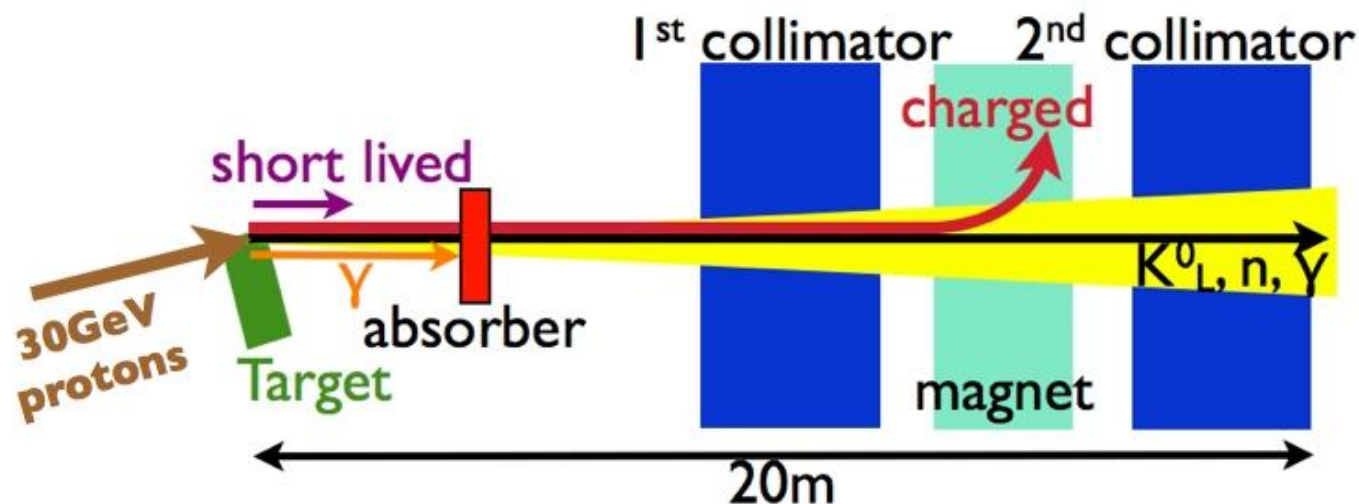


# K<sup>o</sup>TO実験スケジュール

- 2009年春～2009年9月
  - KL Beam Line建設 @J-PARC ハドロンホール
- 2009年10月～2010年2月
  - Beam Survey実験
    - Beam Profile測定
    - KL生成数測定
    - neutron /  $\gamma$ 測定 etc...
- 2010年秋
  - Engineering Run
- 2011年
  - Physics Run



# KL Beam Line

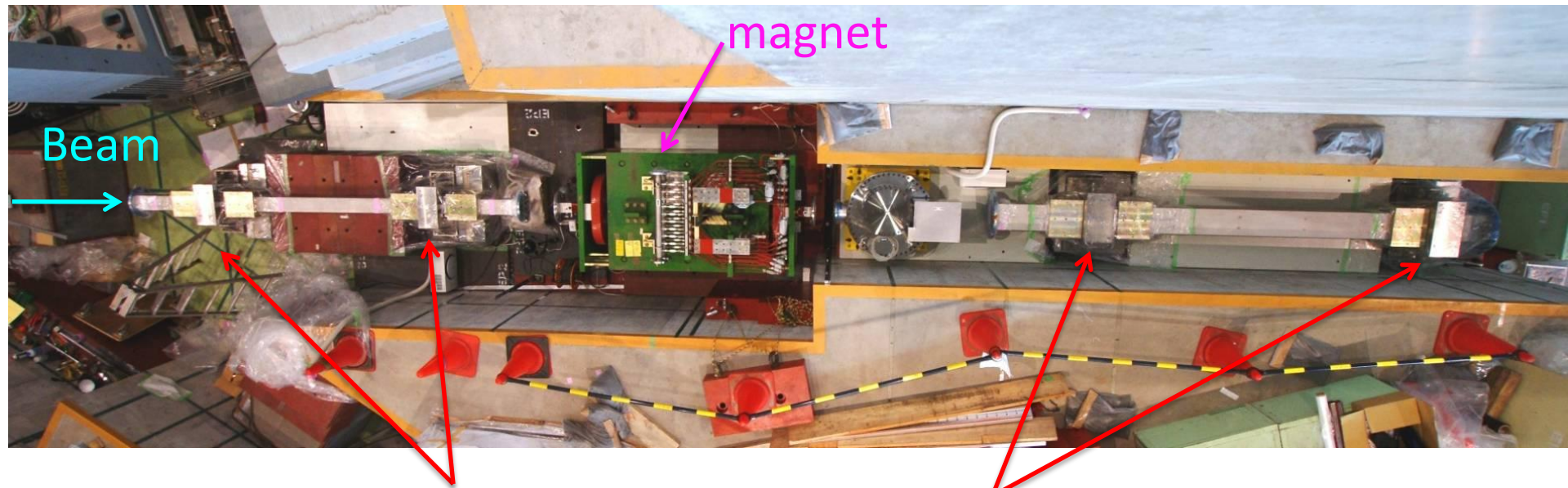


- Neutral Beam Line
  - Long Beam Line
    - remove short-lived particle
  - Magnet
    - sweep out charged particle
  - Pb absorber
    - reduce gamma

- Beam Lineの特徴
  - “Well Collimated Beam”
    - 非常に細く絞ったビーム
  - “Clean Beam”
    - Beam haloが少ない。

コリメータの位置合わせが重要！

# KL Beam Line



Moving Points

1<sup>st</sup> Collimator  
Upstream / Downstream

2<sup>nd</sup> Collimator  
Upstream / Downstream

- Common Target  
コリメータを動かしてビームを調整する。
- ビームプロファイルモニターが必要！！

# Beam Profile測定

- コリメータのアライメント → (本講演)

- GOH Monitor
- 短時間測定 (shot by shot)



- ビームシェイプの測定 → (次講演)

- SP Counter
- Profile精密測定 (halo/core)



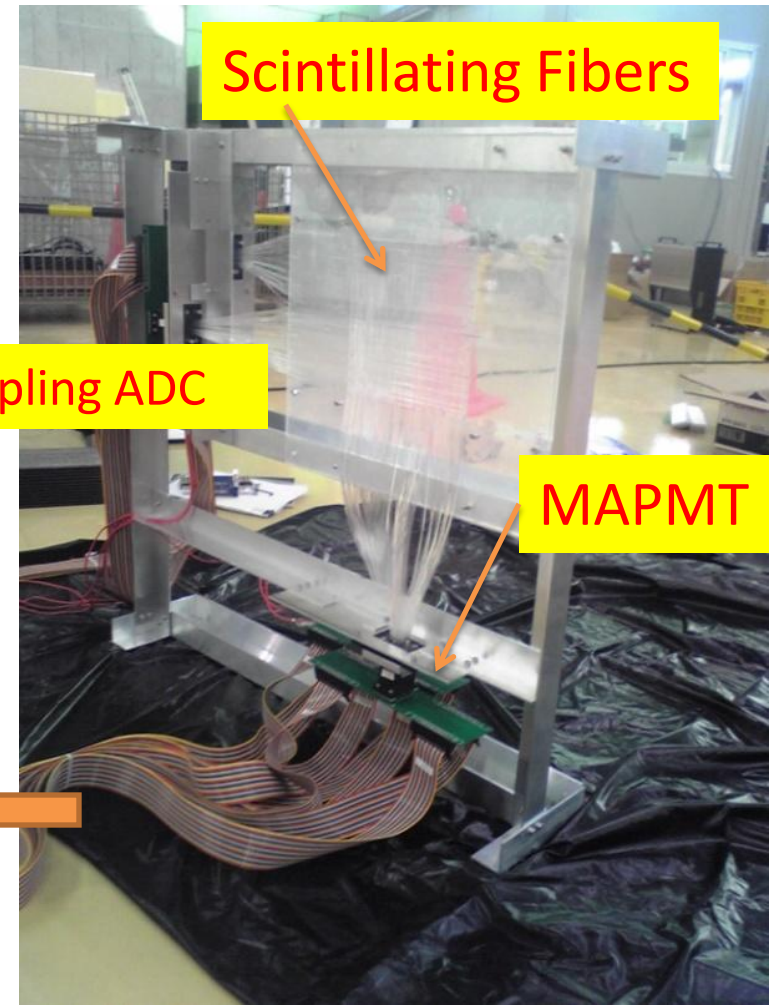
# GOH Monitor

- Graphical Online High-flux Monitor
  - High impedance RC integration circuit  
 $\tau = RC \sim \text{数百} \mu\text{s}$  (time structure mode)  
 $\sim \text{数百} \text{ms}$  (profile mode)
  - 16ch Sampling ADC  
Max 100kHz  
USB interface  
安価

コンピュータ



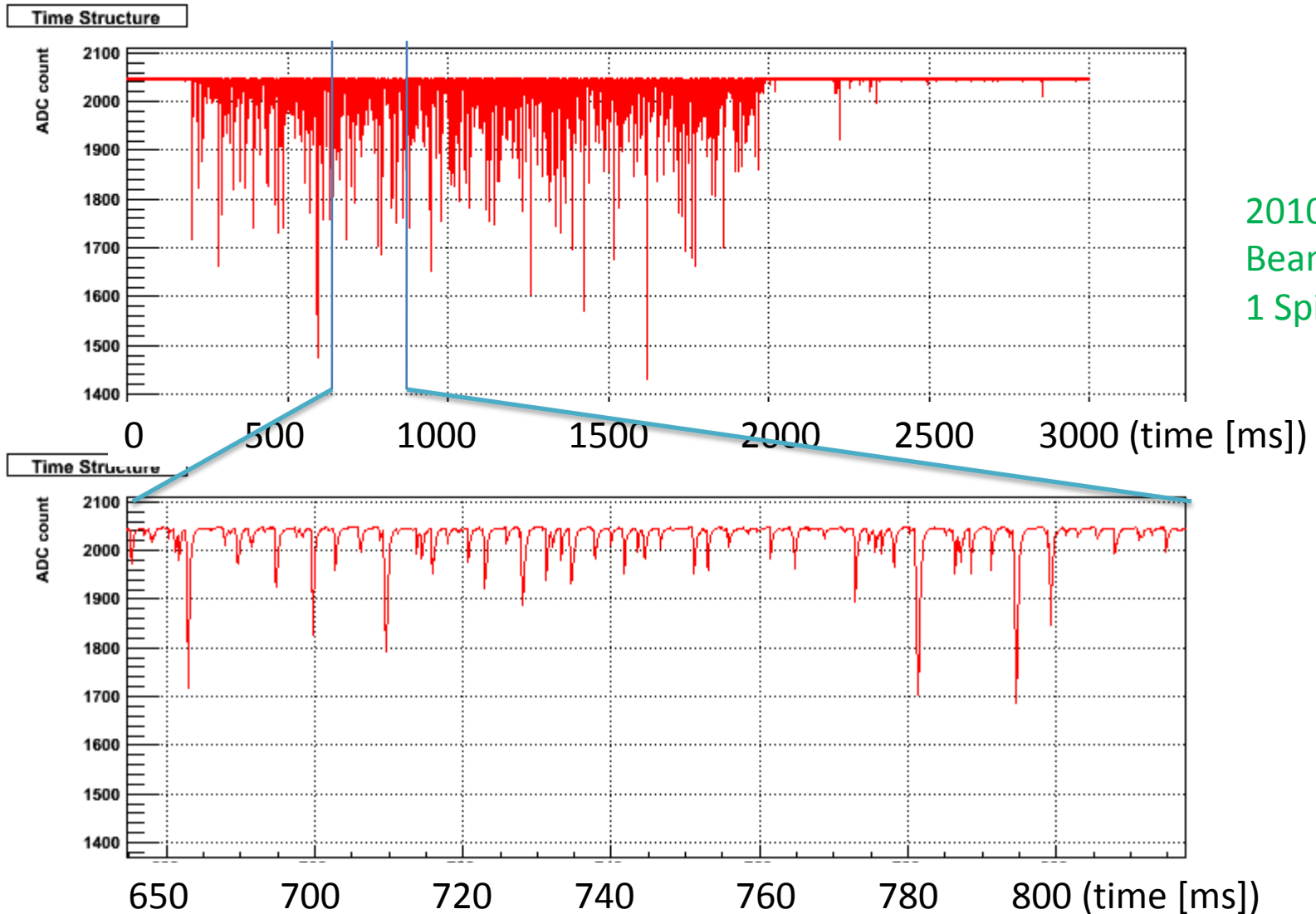
高インピーダンス  
積分回路





# GOH Monitor (Time Structure Mode)

- Only 1ch readout,  $\tau \sim 100\mu\text{s}$ , 10kHz Sampling

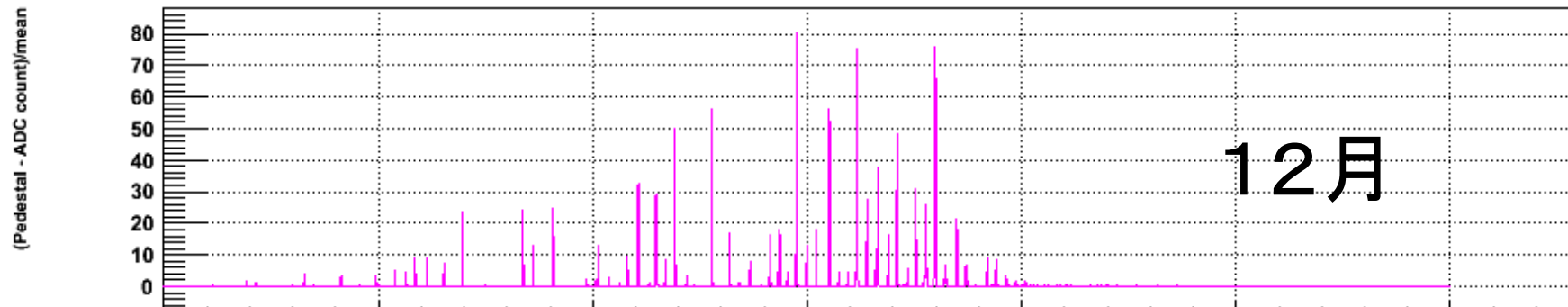


2010 2/16  
Beam  
1 Spill構造

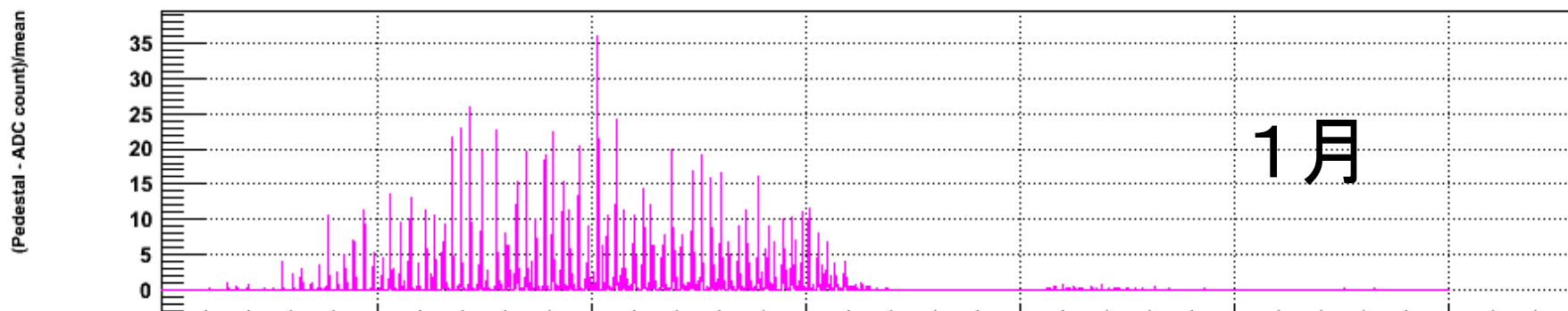


# Spill Structure

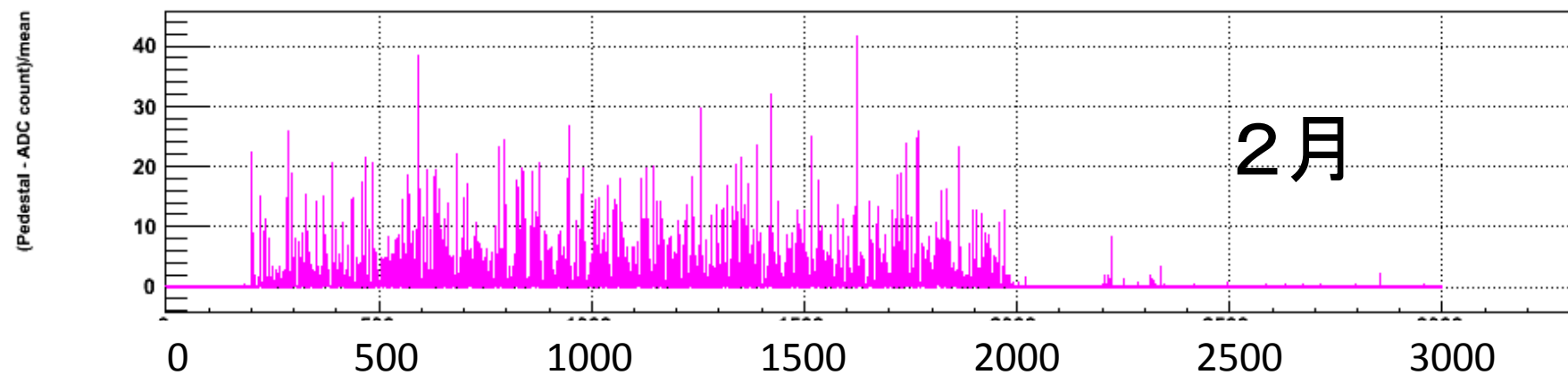
Normaliz



Normalized plot



Normalized plot



2010/4/1

(time [ms])

# GOH Monitor (Profile Mode)

- All Fibers readout
- 1.5ms sampling
- $\tau \sim \text{数百ms} \sim \text{数s}$

Time Structure

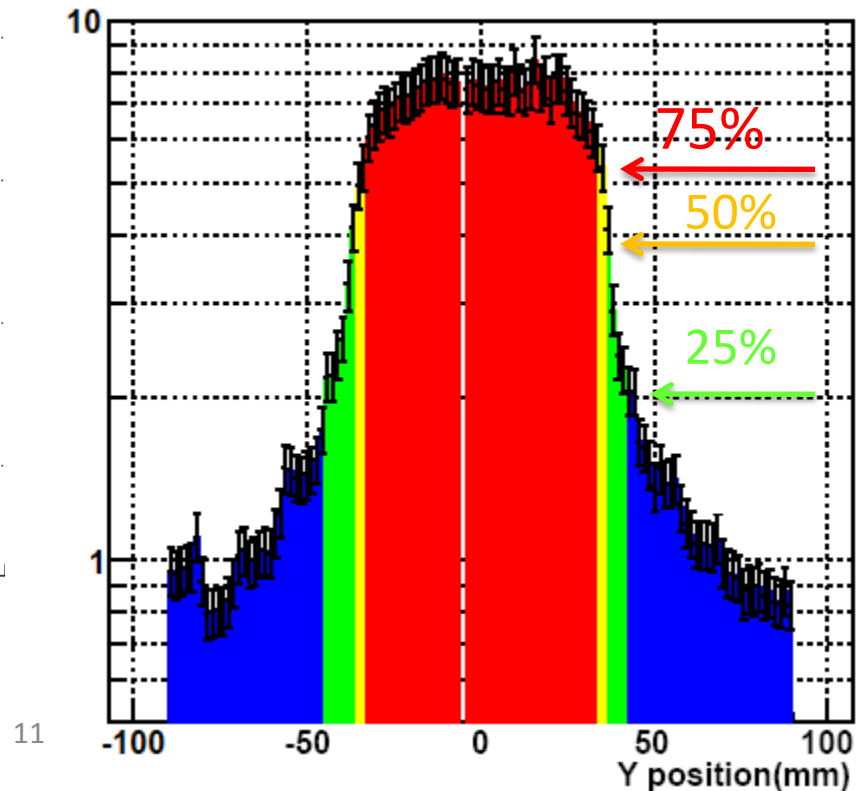
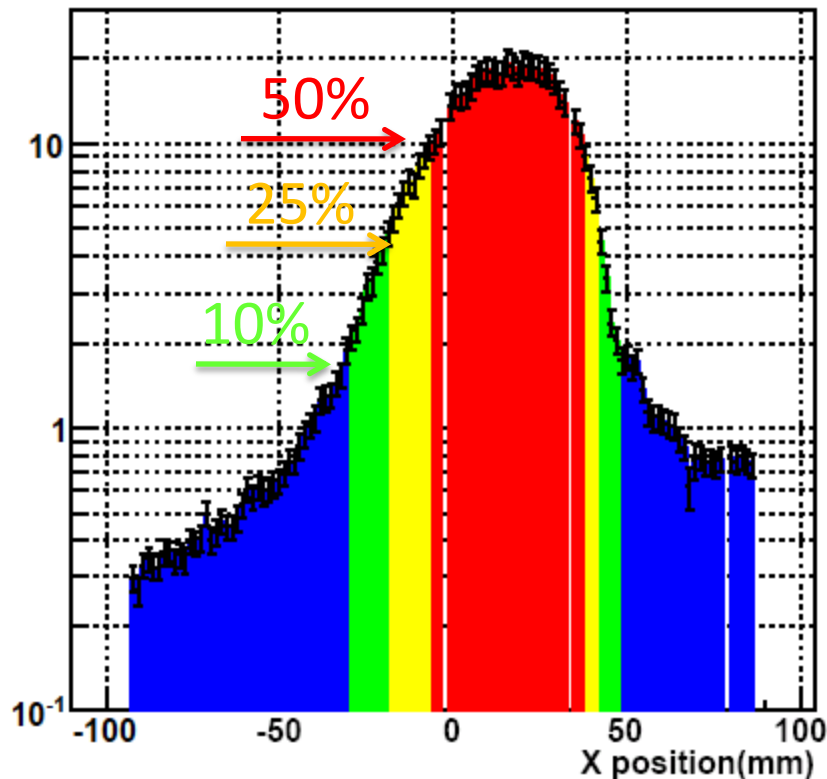
2009  
SEP 2050  
12/8



Beam Profile

Y-profile

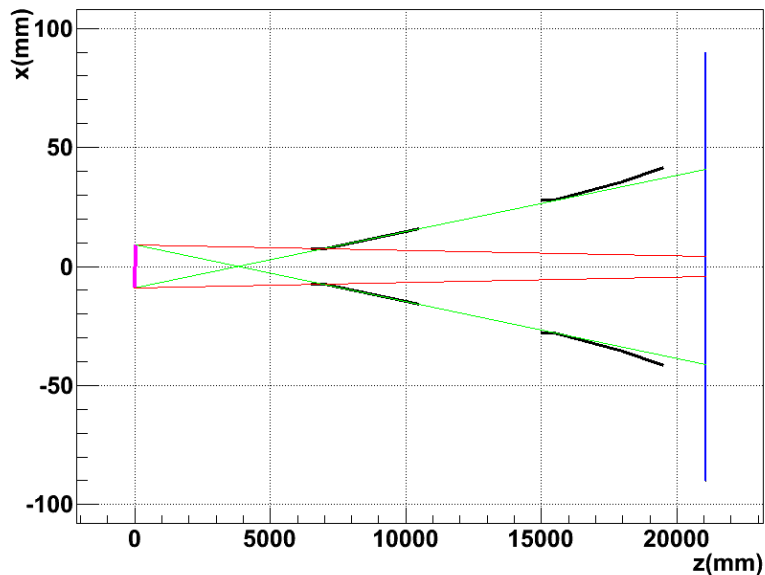
X-profile



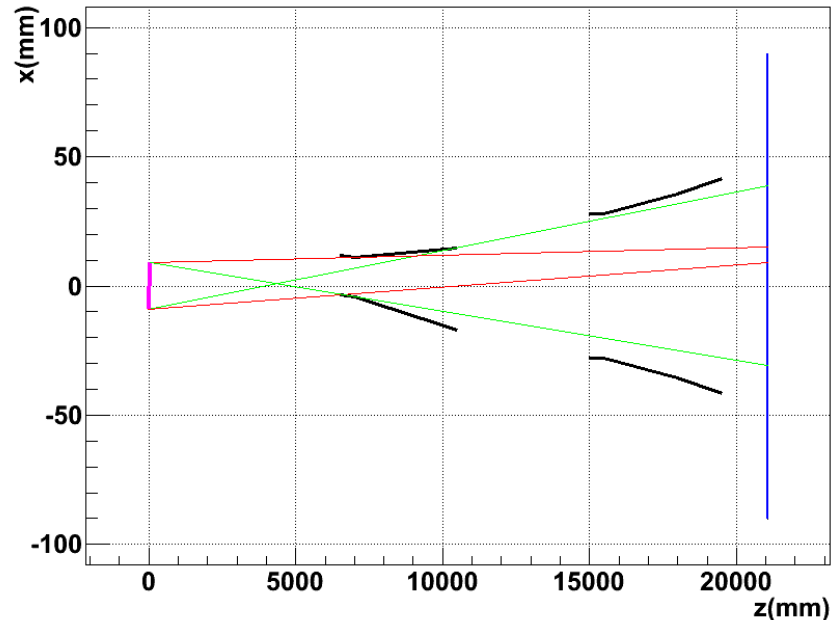
# コリメータの動きに対する応答の特徴

- コリメータがずれているときは、片側のEdgeだけがコリメータに連動する。
- 真っすぐ並ぶ位置を境に、逆側のEdgeが動くようになる。
- Edgeの動きが逆側に移る位置を探せばよい。

Top View

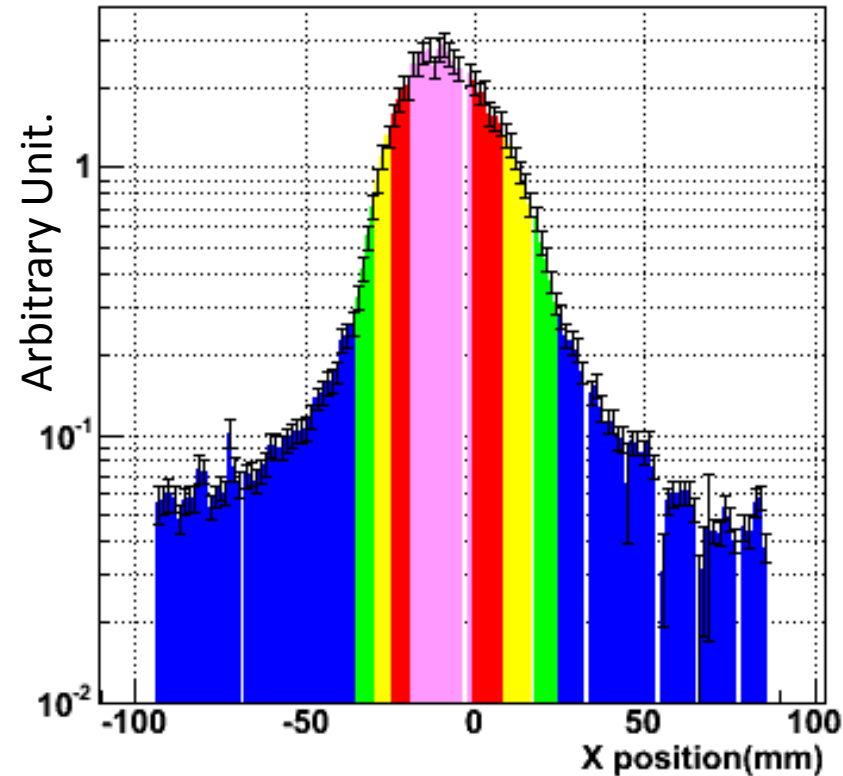


Top View



# 測定データ

X-profile



Total yield : 67.09

Core yield (75%) : 28.15  
Edge (75%) : -18.75(mm) / -0.75(mm)  
Center/Width (75%) : -9.75(mm) / 18.00(mm)

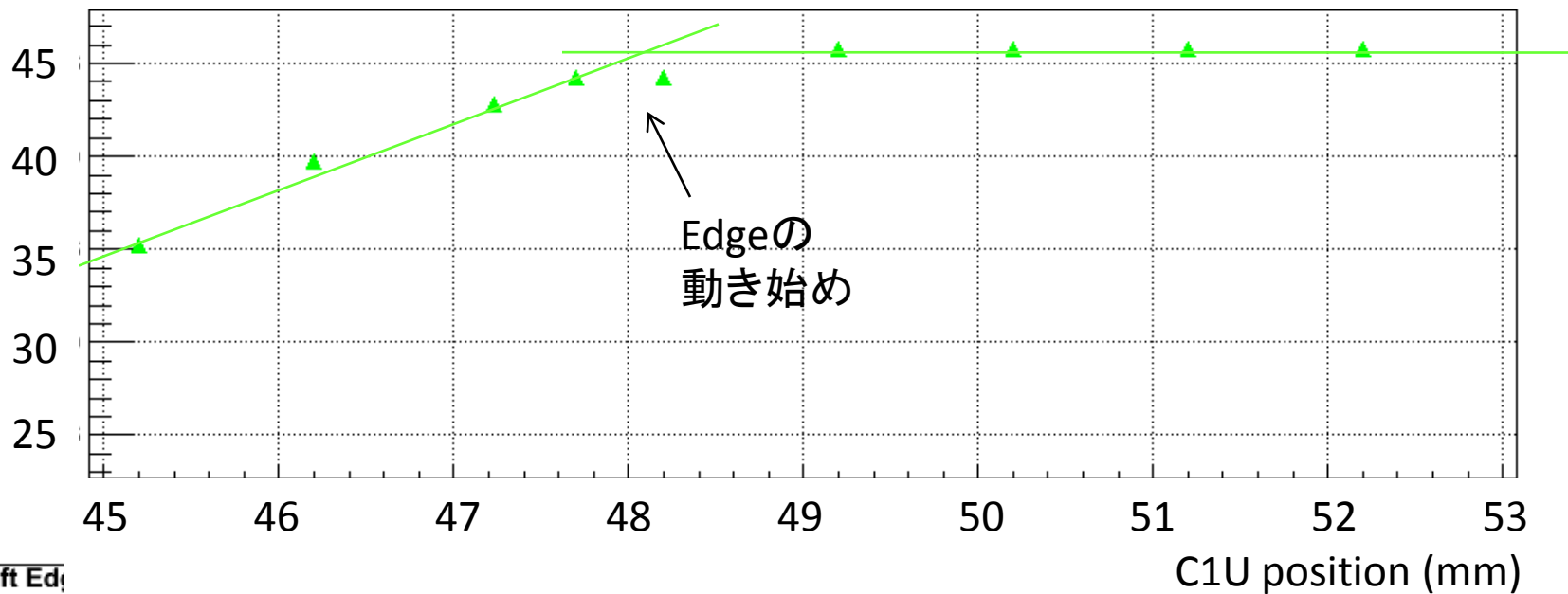
Core yield (50%) : 46.05  
Edge (50%) : -24.75(mm) / 8.25(mm)  
Center/Width (50%) : -8.25(mm) / 33.00(mm)

Core yield (25%) : 55.55  
Edge (25%) : -29.25(mm) / 17.25(mm)  
Center/Width (25%) : -6.00(mm) / 46.50(mm)

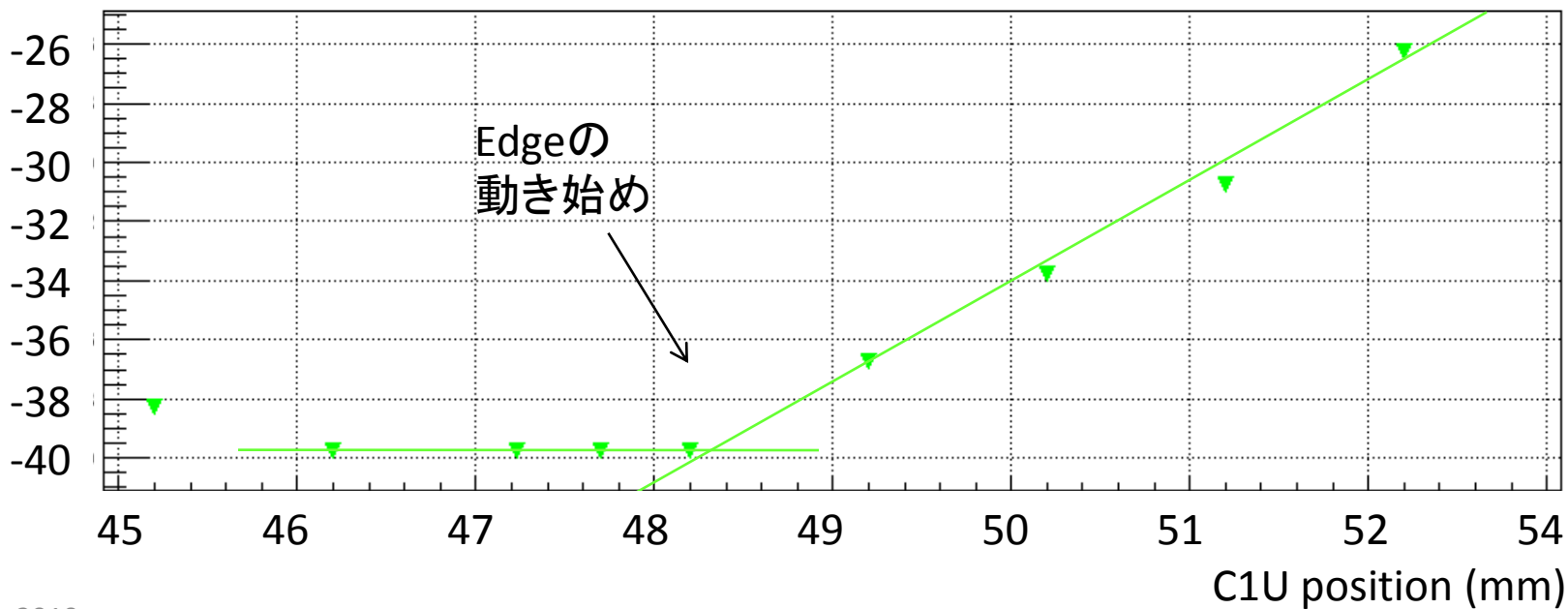
Core yield (10%) : 59.87  
Edge (10%) : -35.25(mm) / 24.75(mm)  
Center/Width (10%) : -5.25(mm) / 60.00(mm)

# Beam Edge 動き

Right Edge(10%)

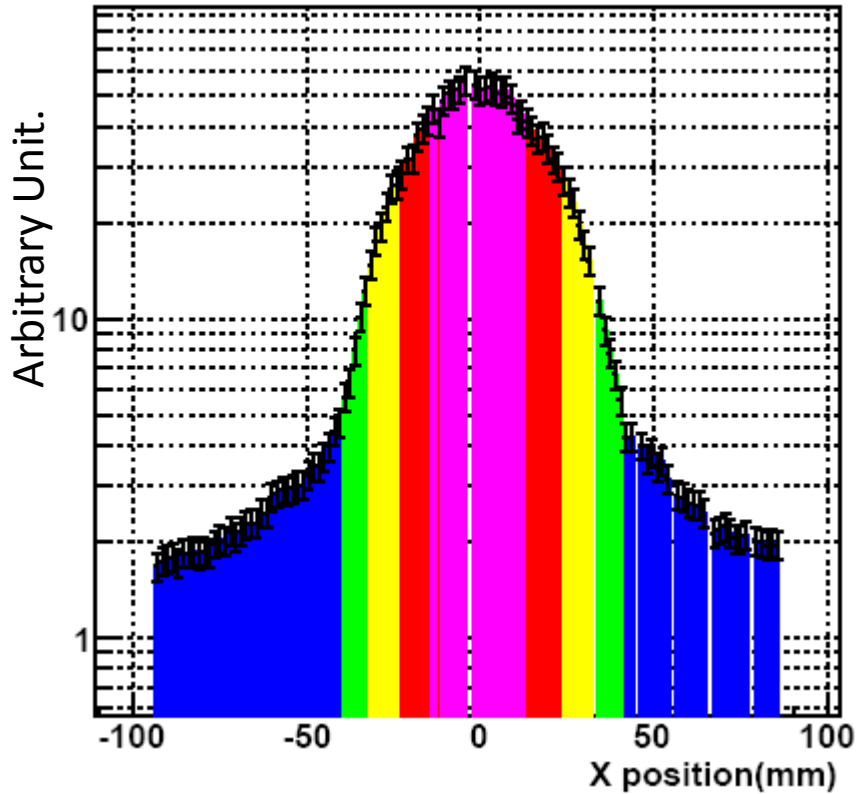


Left Edge

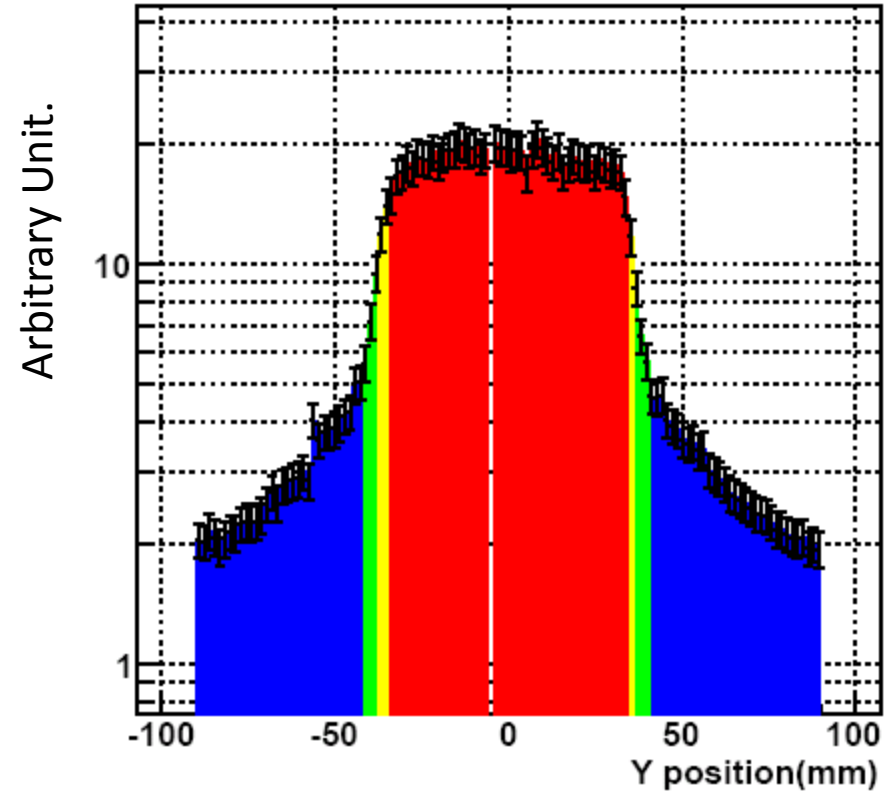


# After Optimization

X-profile



Y-profile



→ コリメータ位置を最適化した。

# まとめ

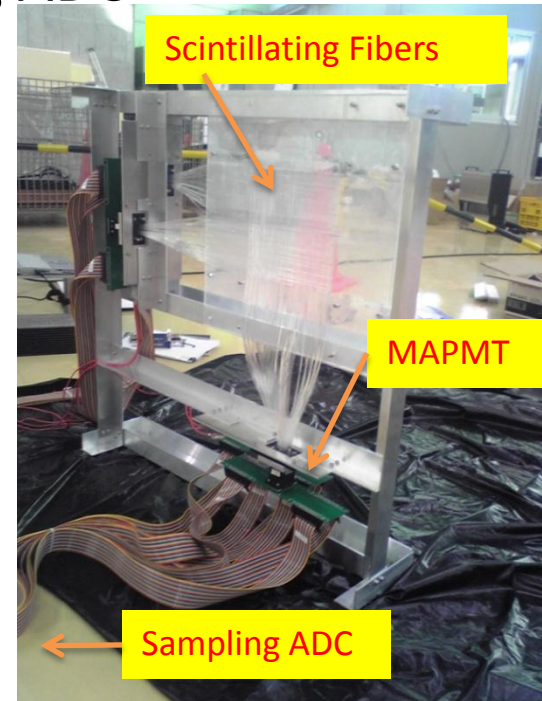
- KOTO実験では細く、Cleanなビームが必要。
- コリメータの位置合わせが重要。
- コリメータ位置の変化に対する応答を対話的に測定するための検出器を開発。
- コリメータの移動に対するBeam形状の変化を見ながらコリメータ位置を最適化。
- コリメータ位置を最適化する手法を確立。



# Backup Slides

# GOH Monitor

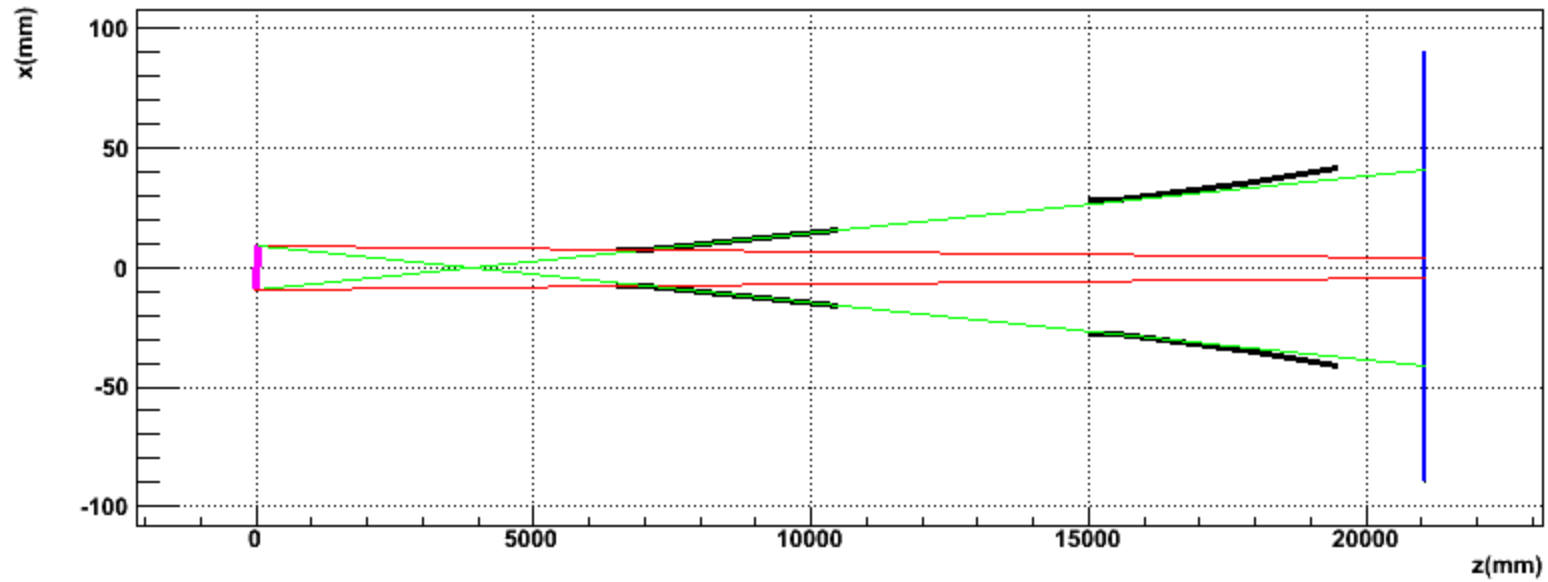
- Graphical Online High-flux Monitor
  - Scintillating Fibers + 64ch MAPMT + Sampling ADC
  - Fiber size 1.5mm角
  - 120ch/plane (X-plane/Y-plane)
  - 180mm × 180mm
  - High impedance RC integration circuit  
 $\tau=RC\sim 100\mu\text{s}$ (time structure mode)  
 $\sim 100\text{ms}$ (profile mode)
  - 16ch Sampling ADC  
Max 100kHz, USB interface, cheap



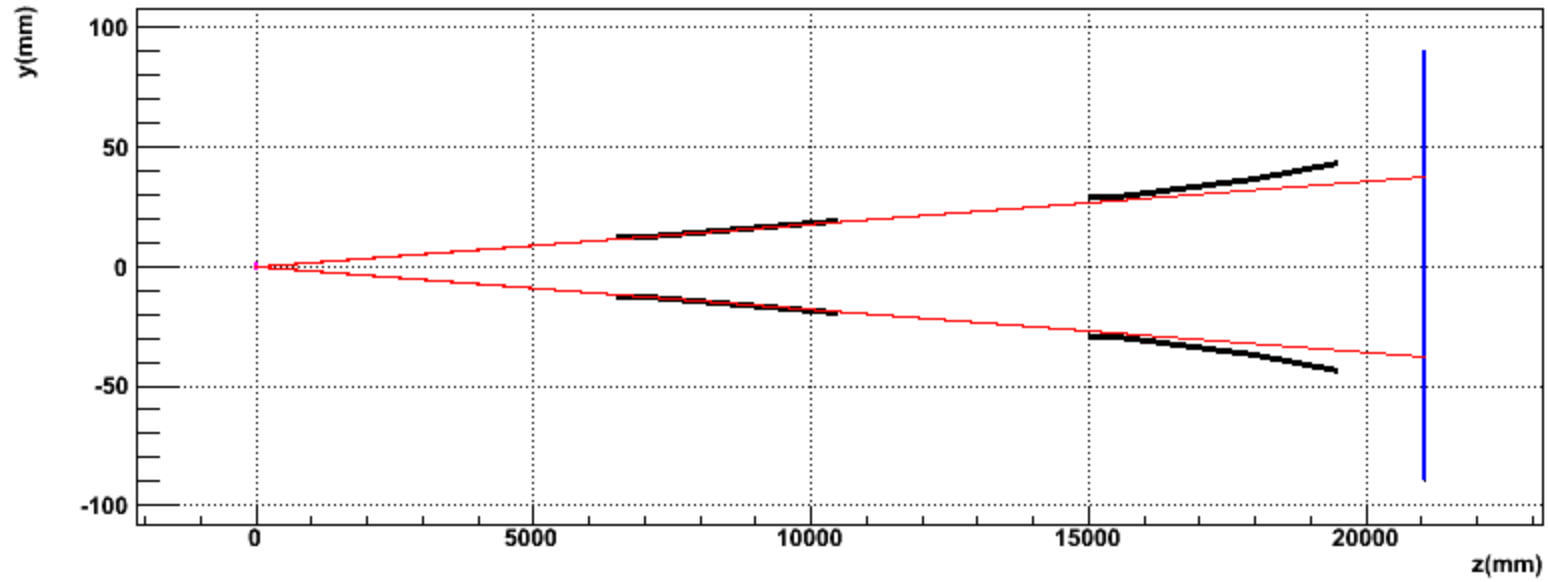
タートル工業  
TUSB-1612ADSM-2

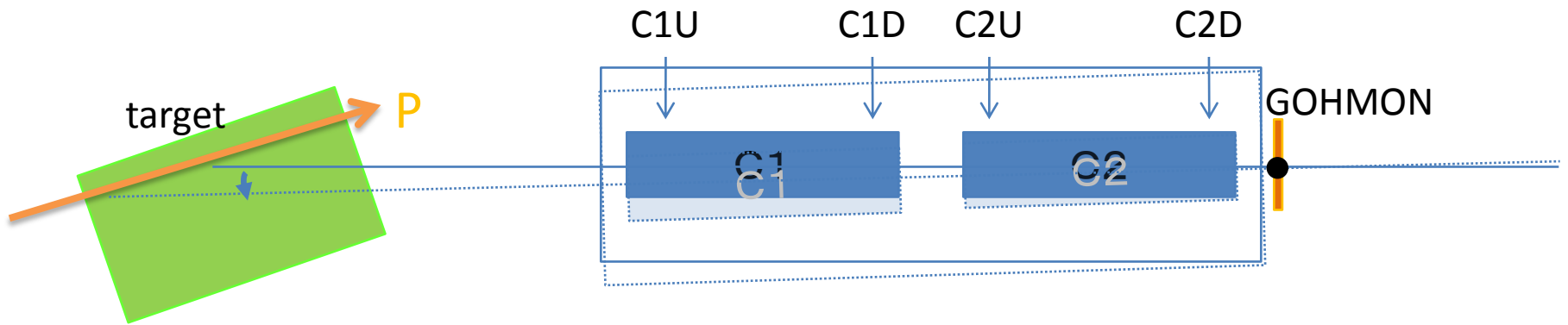


Top View



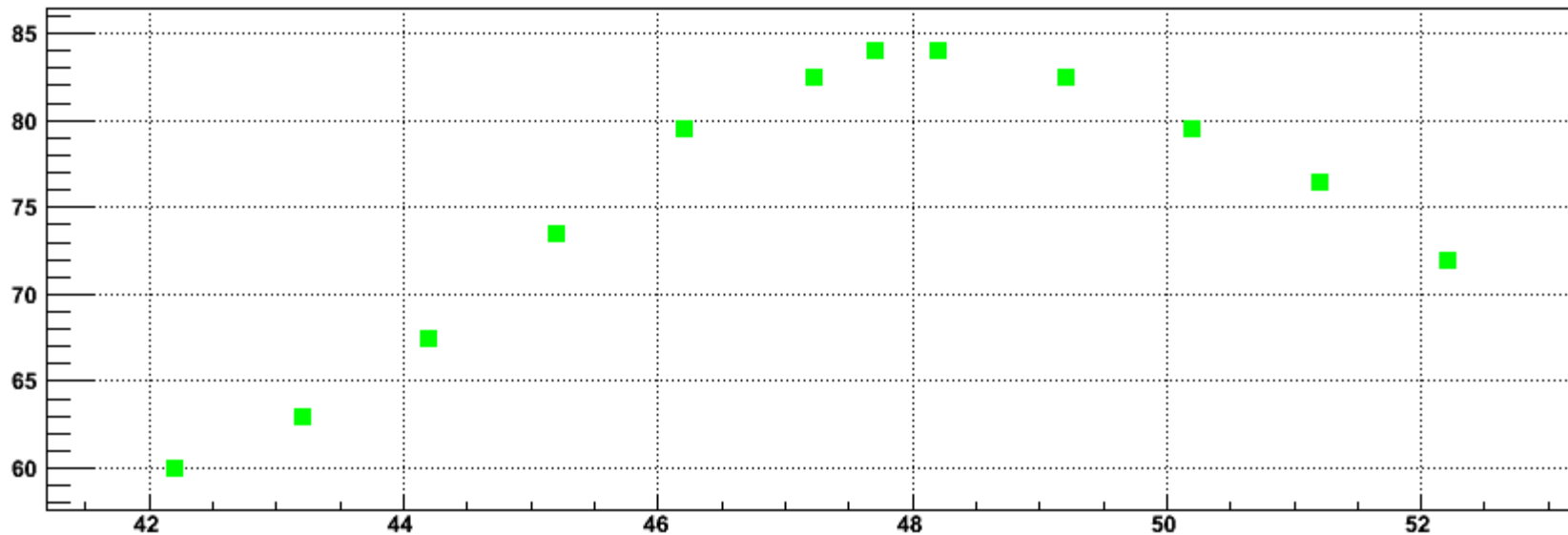
Side View



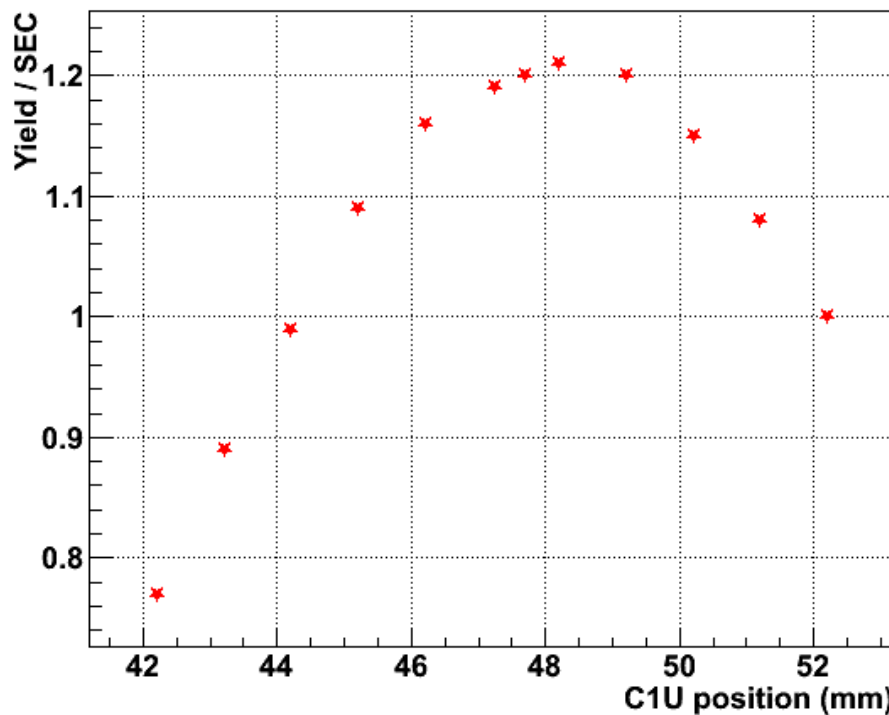


Width

# X-C1U-W

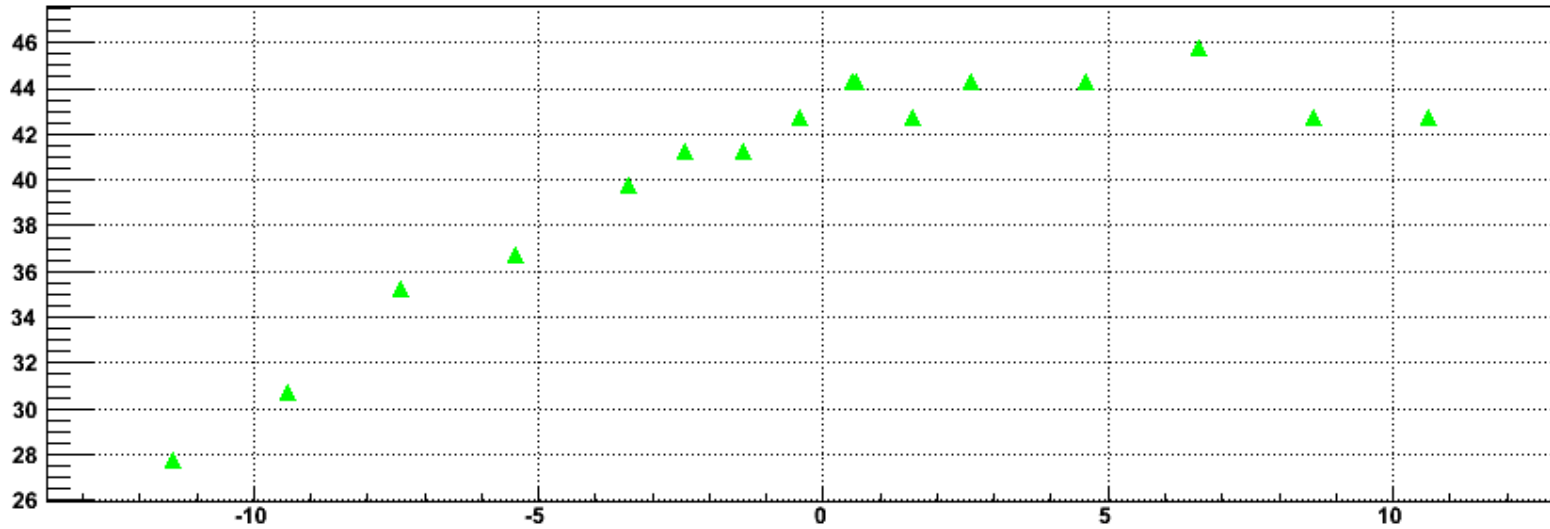


Total Yield

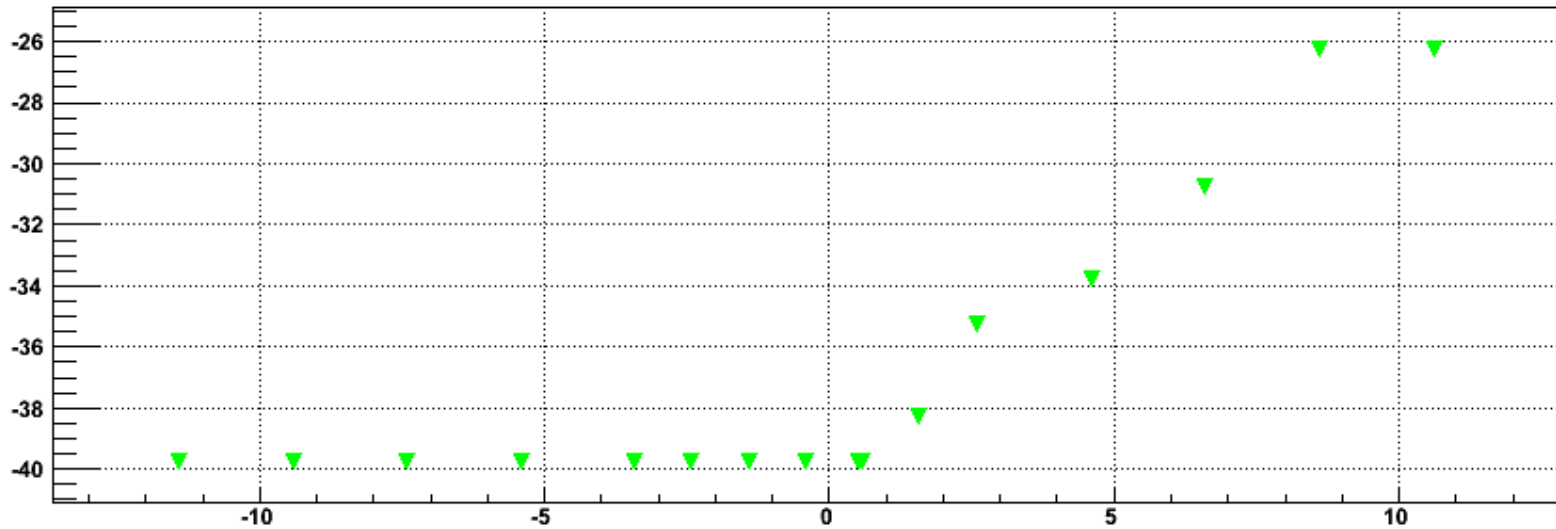


# X-C2U-LR

Right Edge

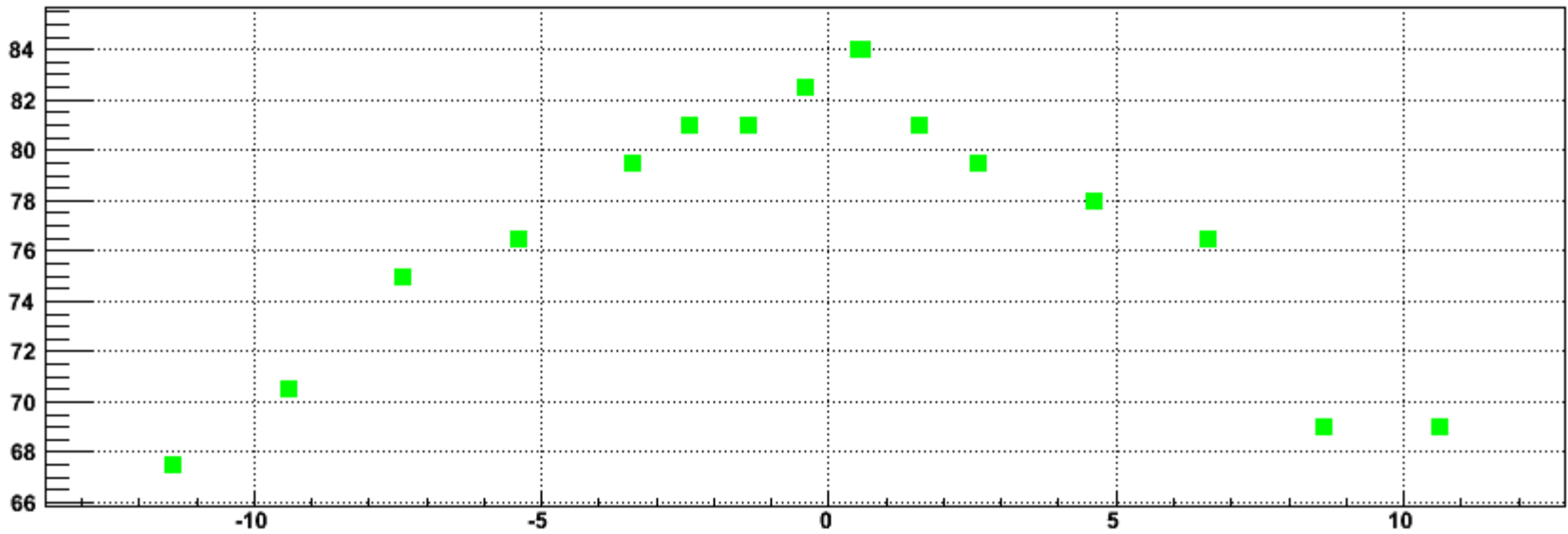


Left Edge

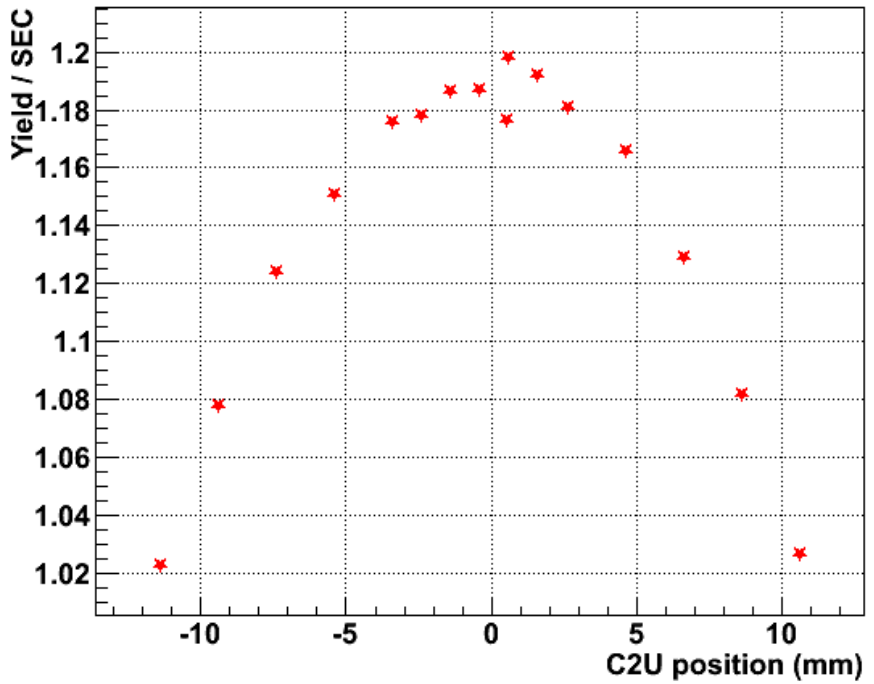


# X-C2U-WY

Width

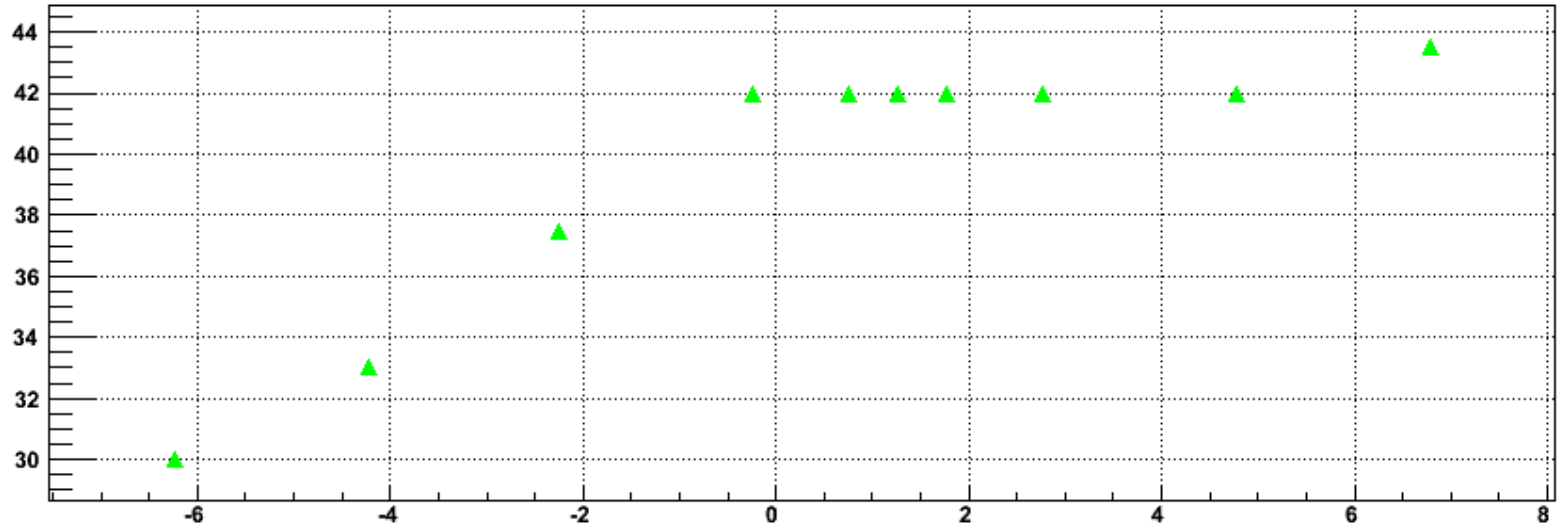


Total Yield

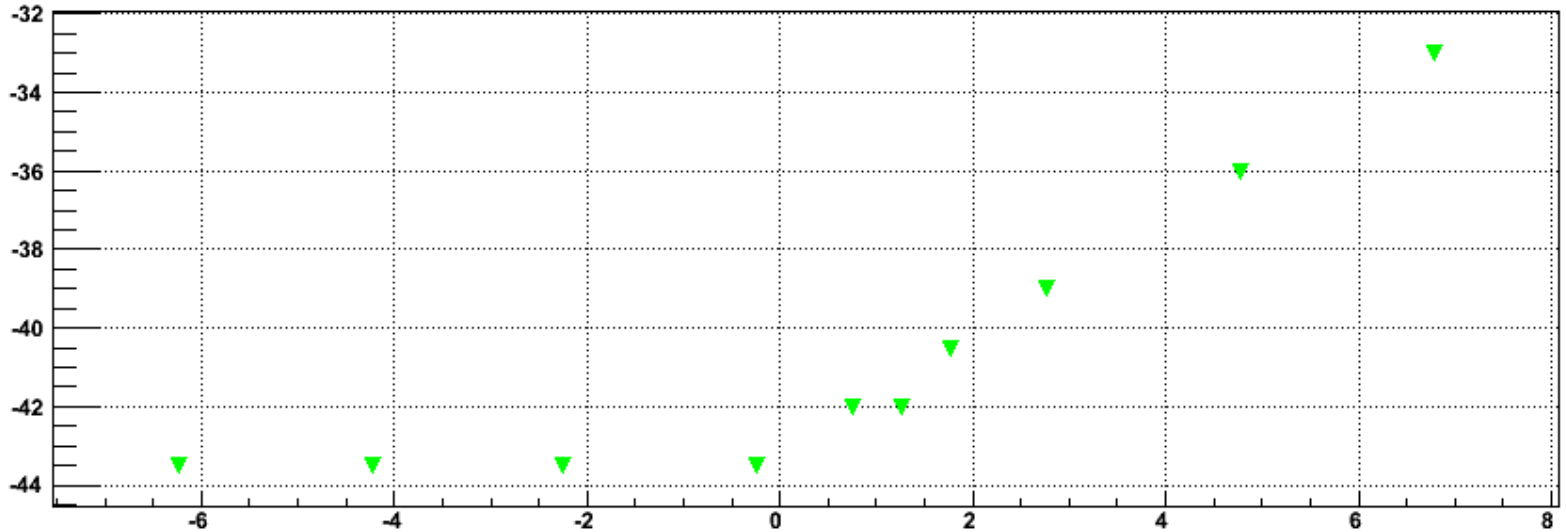


# Y-C2U-LR

Right Edge

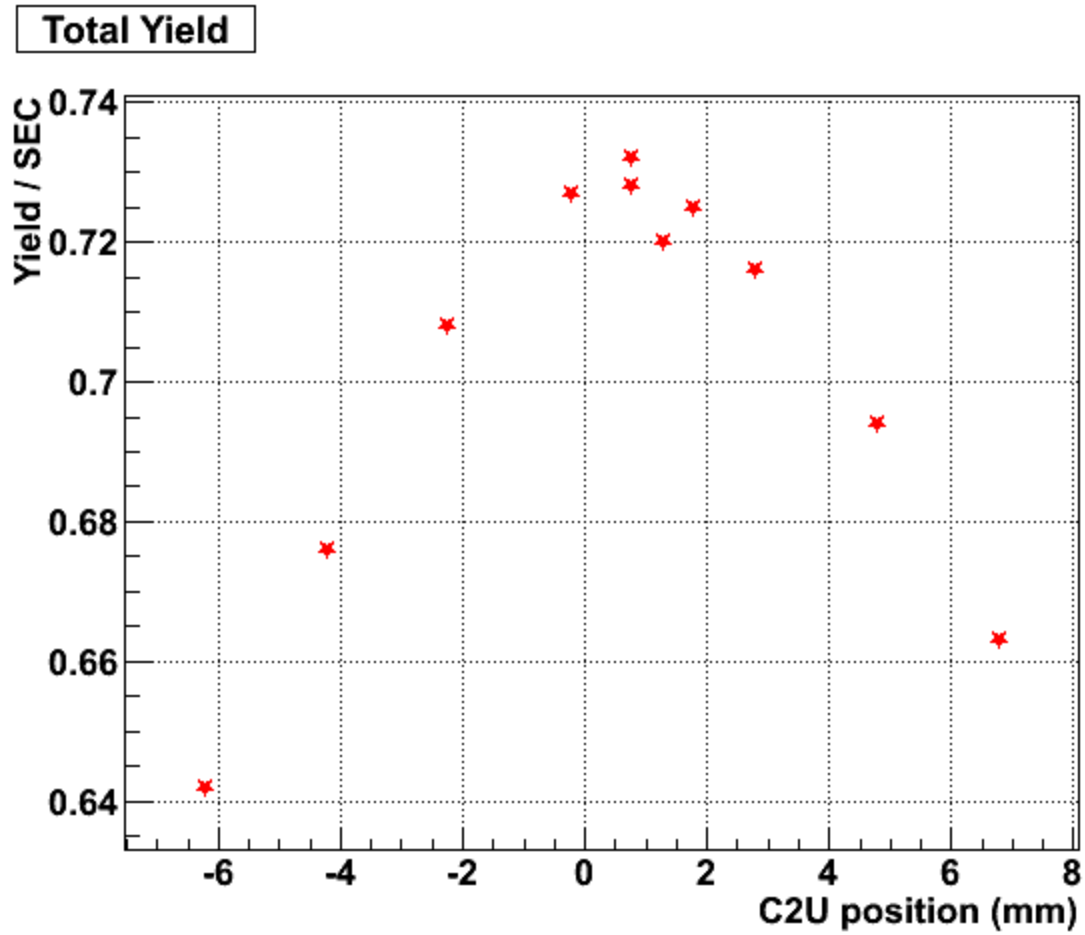


Left Edge



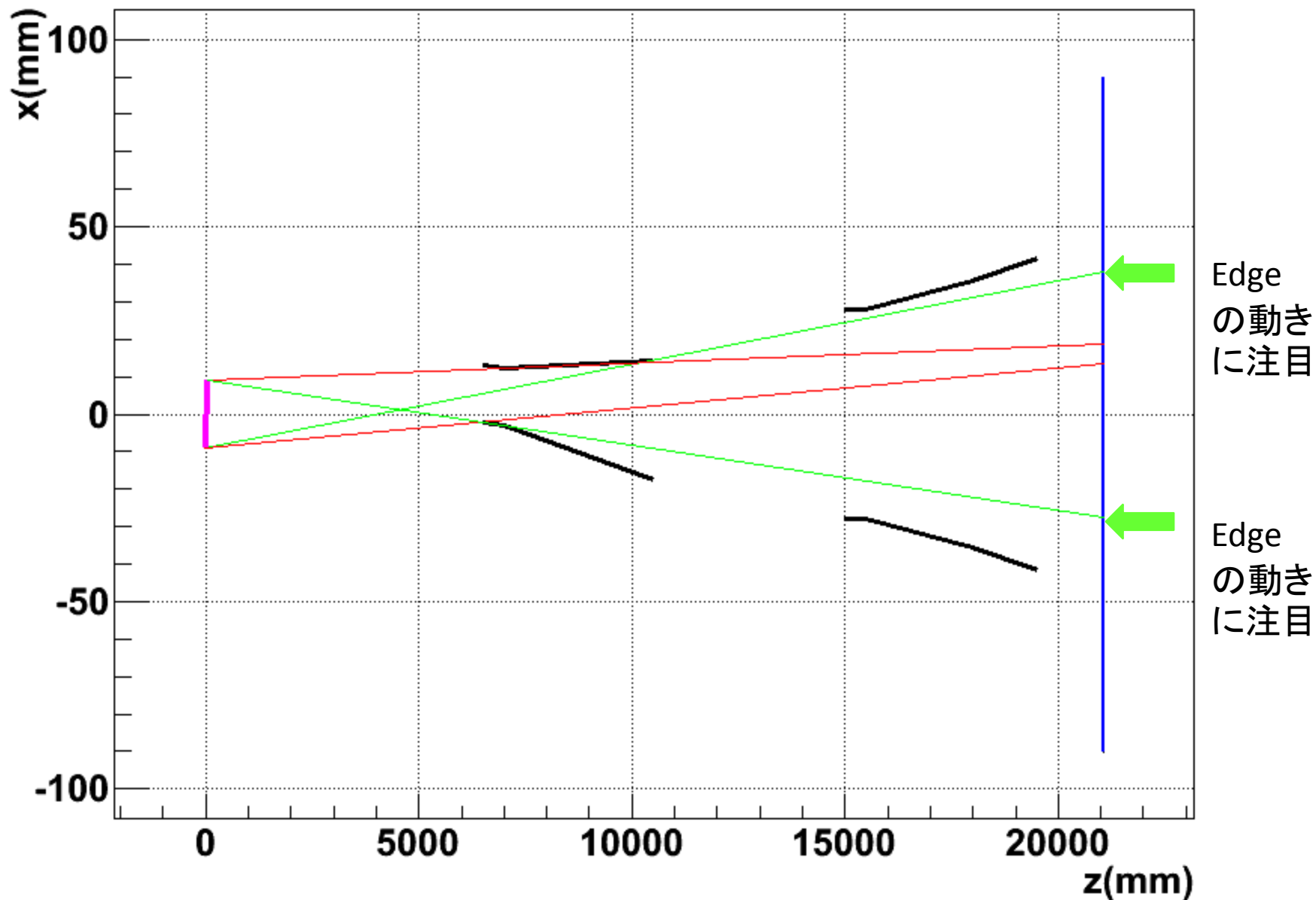


# X-C2U-Y



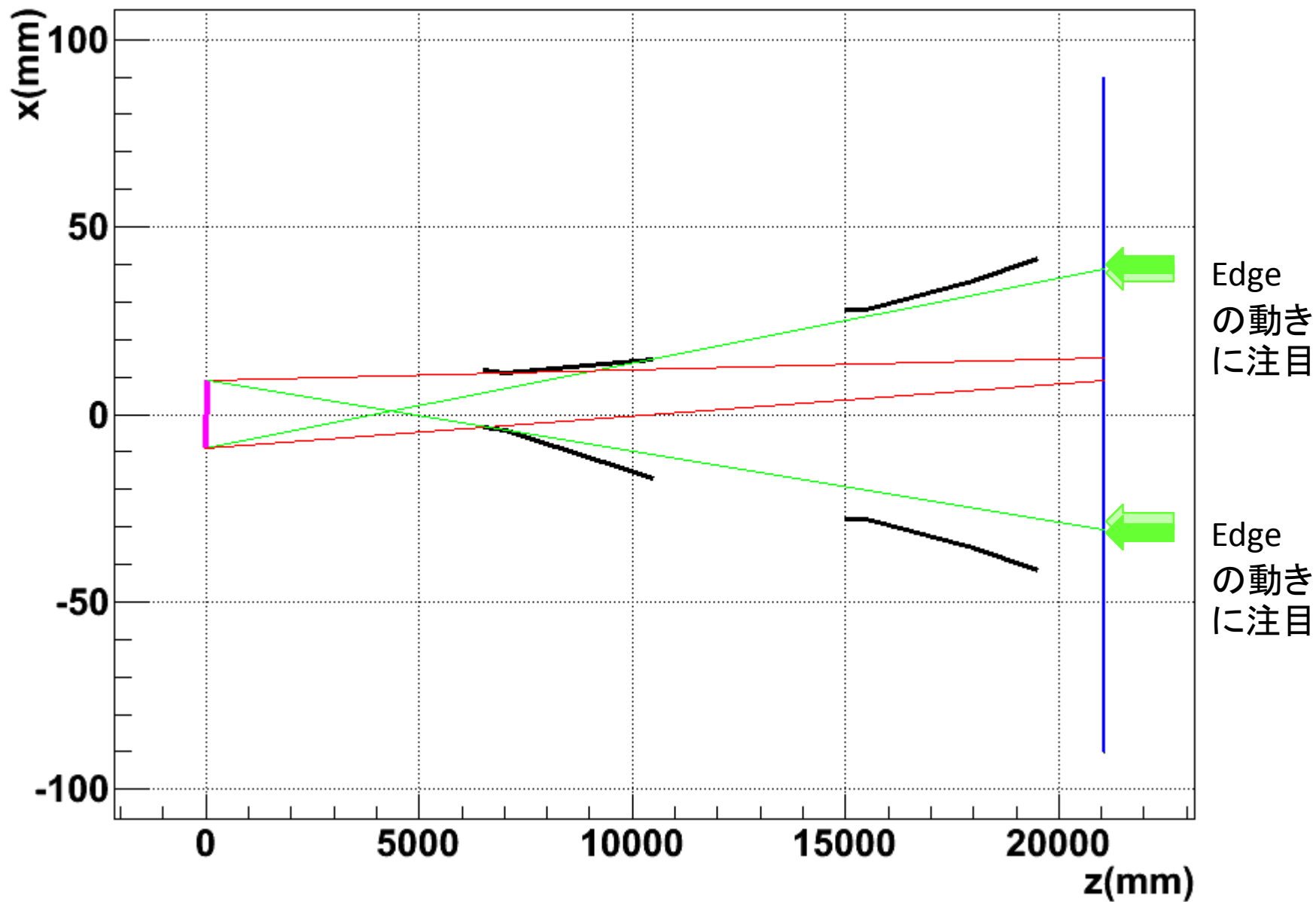
# Top View

# Simulation



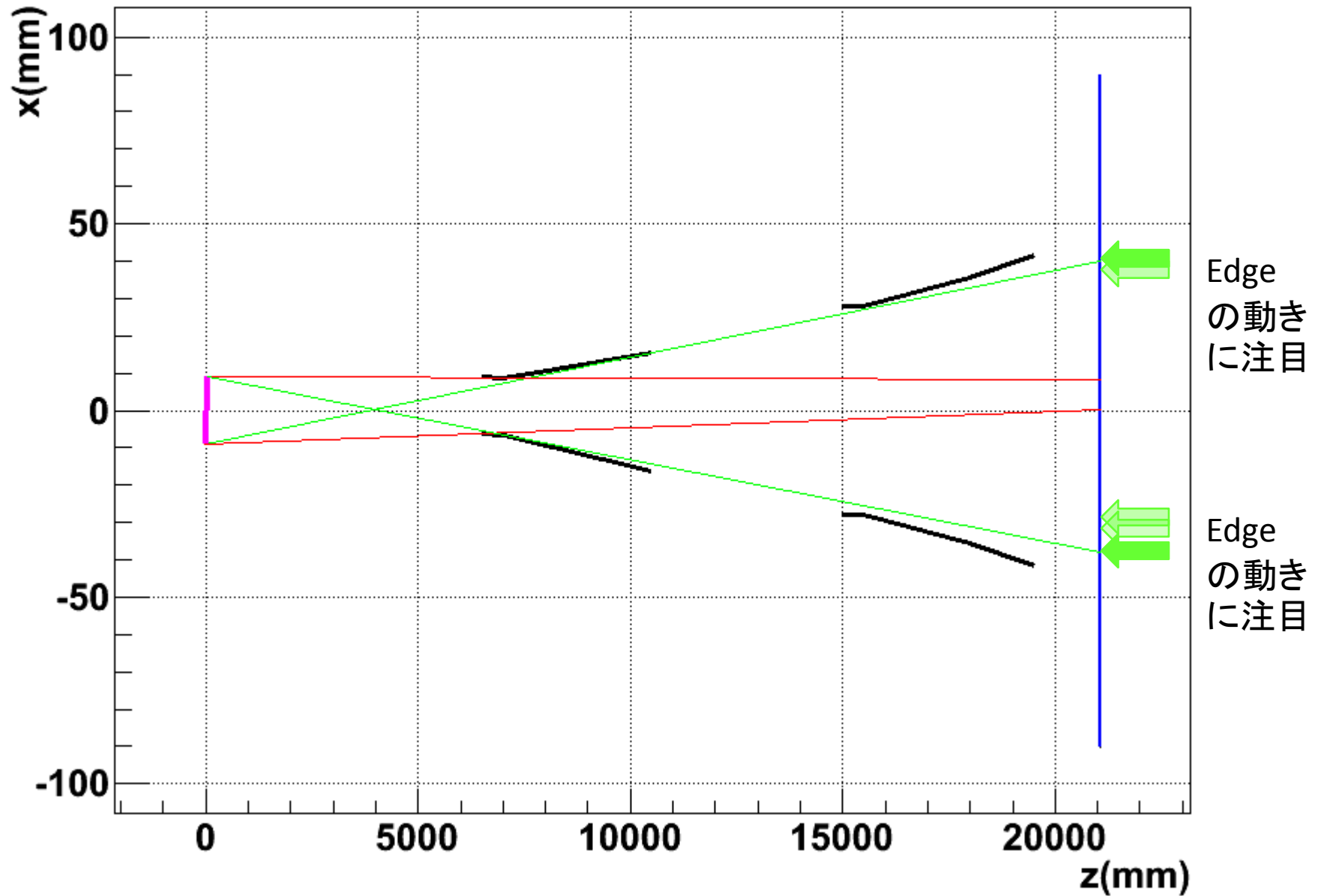
# Top View

# Simulation



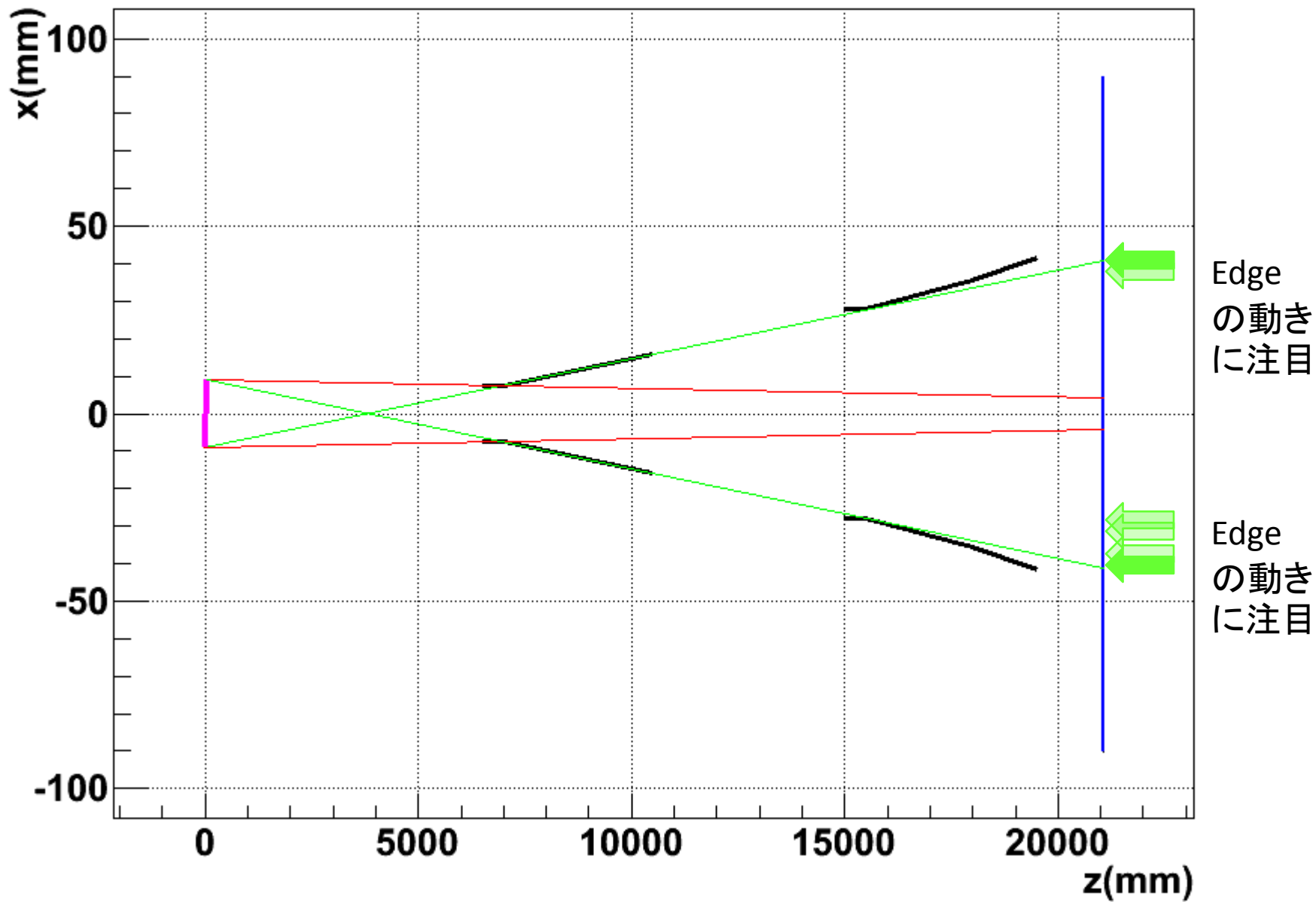
# Top View

# Simulation



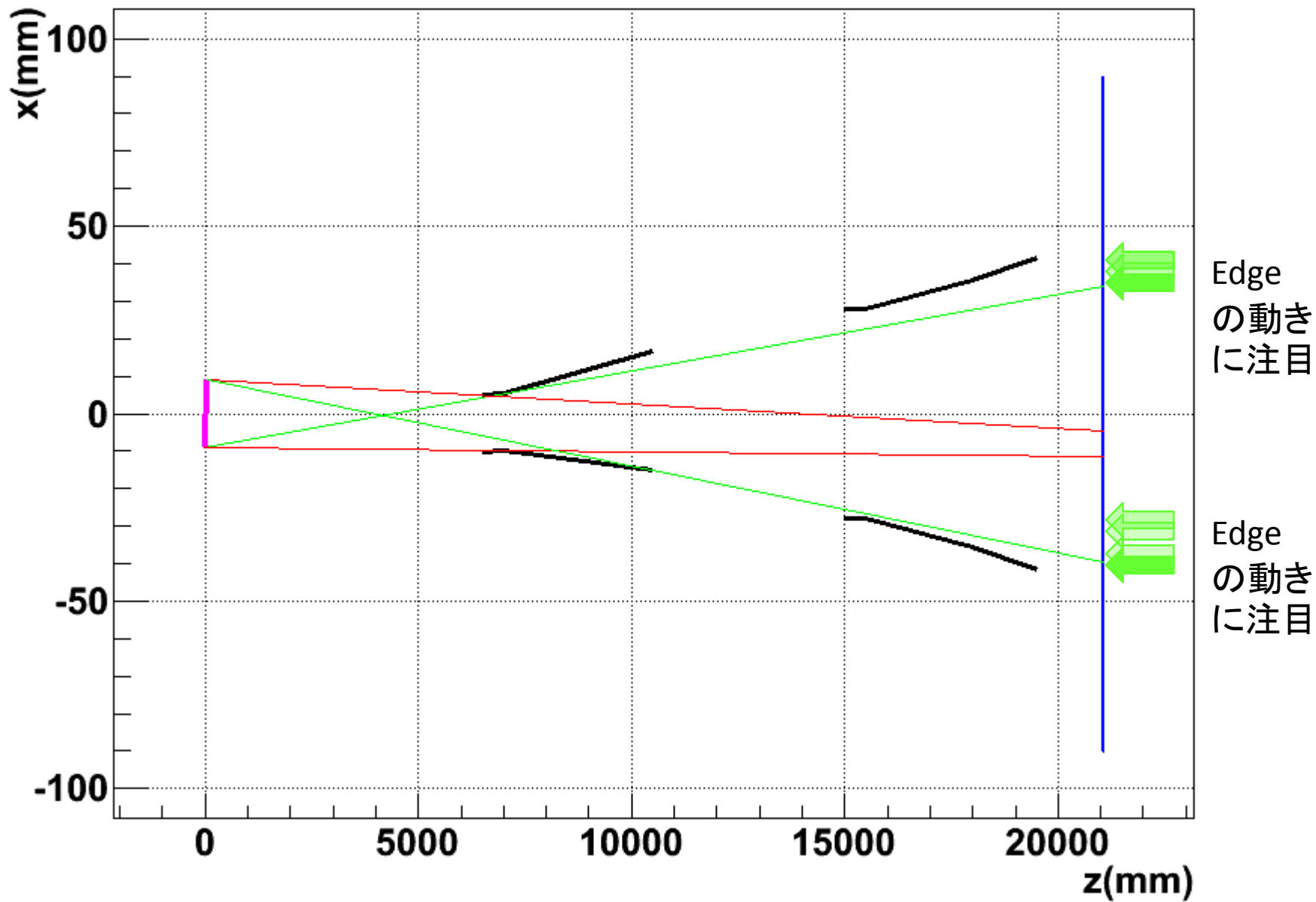
# Top View

# Simulation



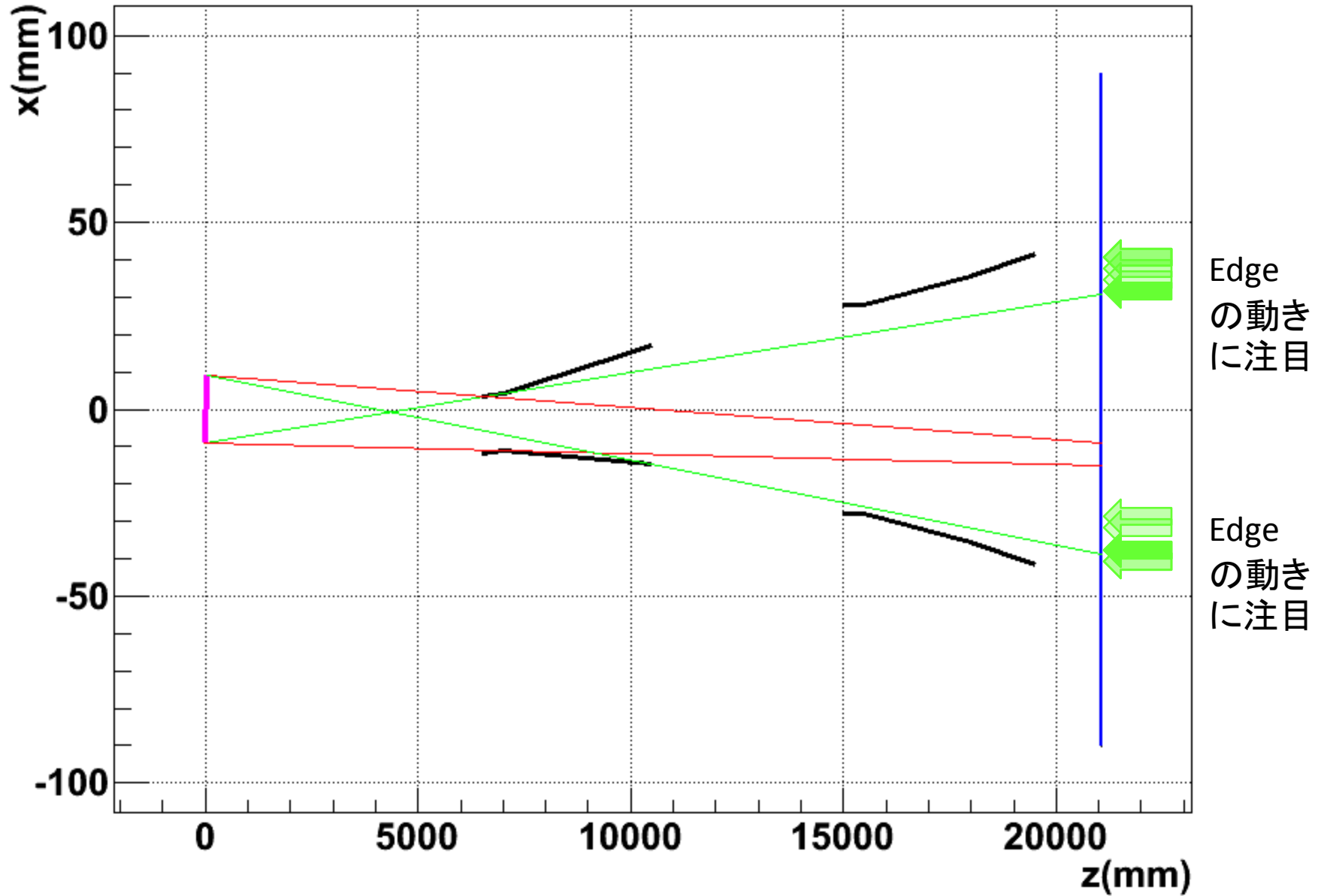
# Top View

# Simulation



# Top View

# Simulation



# Top View

# Simulation

