

# ATLAS実験における レベル2ミューオントリガーの開発および性能評価

大町千尋, 蔵重久弥, 徳宿克夫<sup>A</sup>, 長野邦浩<sup>A</sup>,  
小曽根健嗣<sup>A</sup>, 河野能知<sup>B</sup>, ATLAS-Japan HLTグループ  
神戸大, 高工研<sup>A</sup>, CERN<sup>B</sup>

# Contents

## Introduction

- ATLAS trigger system(Level-1,2,EF)
- Level-2 muon trigger and software

## Performance of Level-2 muon trigger software

- Performance : pT resolution
  - The limit of pT resolution
  - Charge dependency
  - The badly measured muon
- Performance : trigger efficiency
- Performance : trigger rate

## Summary and outlook

# Introduction

## ATLAS Trigger System

Level-1 trigger system

(100kHz)

完全ハードウェア処理  
陽子衝突に同期

Level-2 trigger system

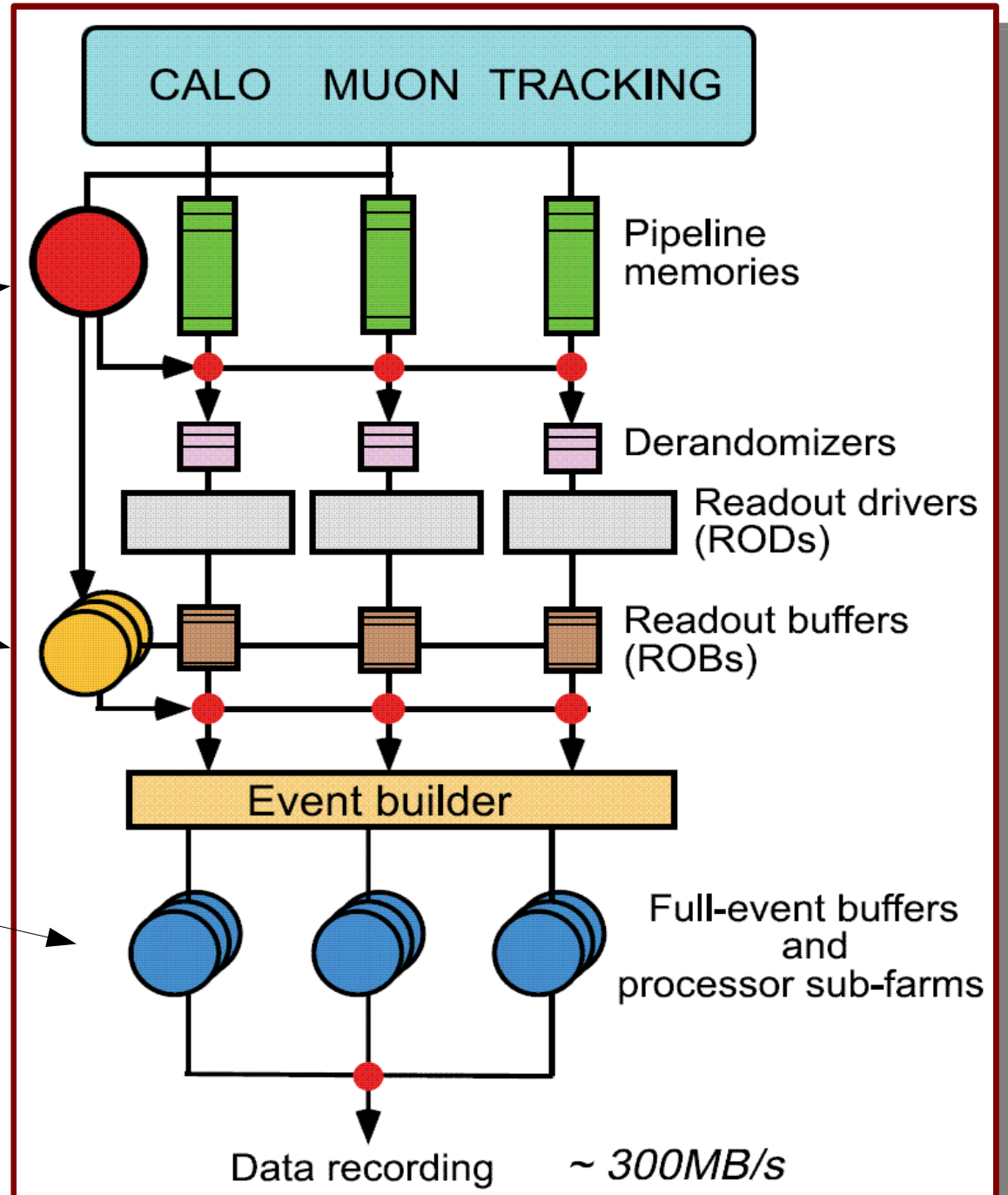
(3kHz)

ソフトウェア処理

Event Filter

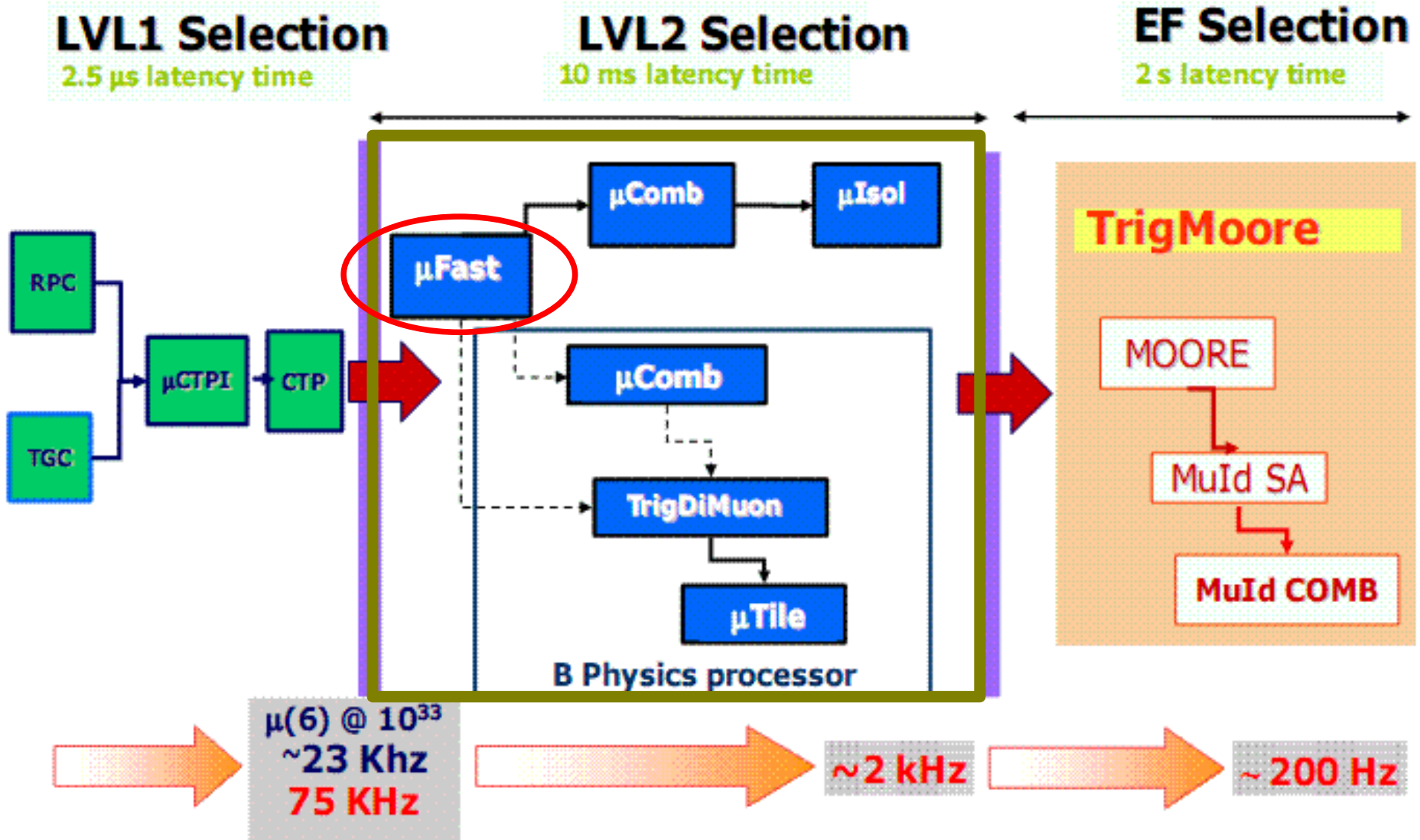
(200Hz)

ソフトウェア処理



# Introduction

## Level-2 muon trigger and software



# Introduction

## LVL2 muon trigger(muFast) algorithm

Endcap領域の磁場が一様でない→**角度( $\alpha$ 、 $\beta$ )を用いて $p_T$ を再構成**

### Alpha

1. TGCとMDTでのhit情報を使ってトラックを求める
2. middle stationでのhitと衝突点(IP)を結んだ直線を求める
3. 直線とトラックのなす角を求める -> **alpha**

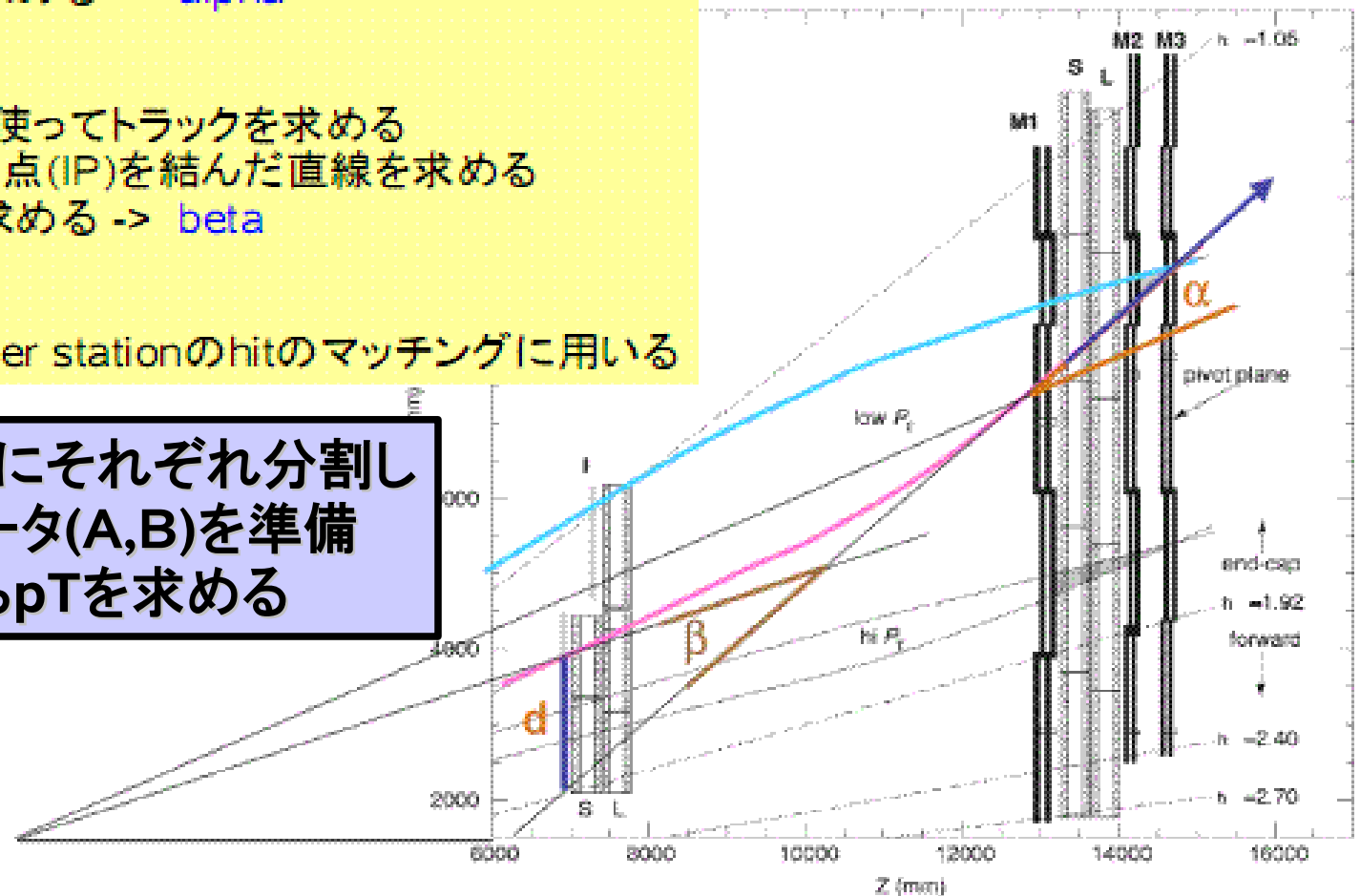
### Beta

1. TGCとMDTでのhit情報を使ってトラックを求める
2. inner stationでのhitと衝突点(IP)を結んだ直線を求める
3. 直線とトラックのなす角を求める -> **beta**

### d

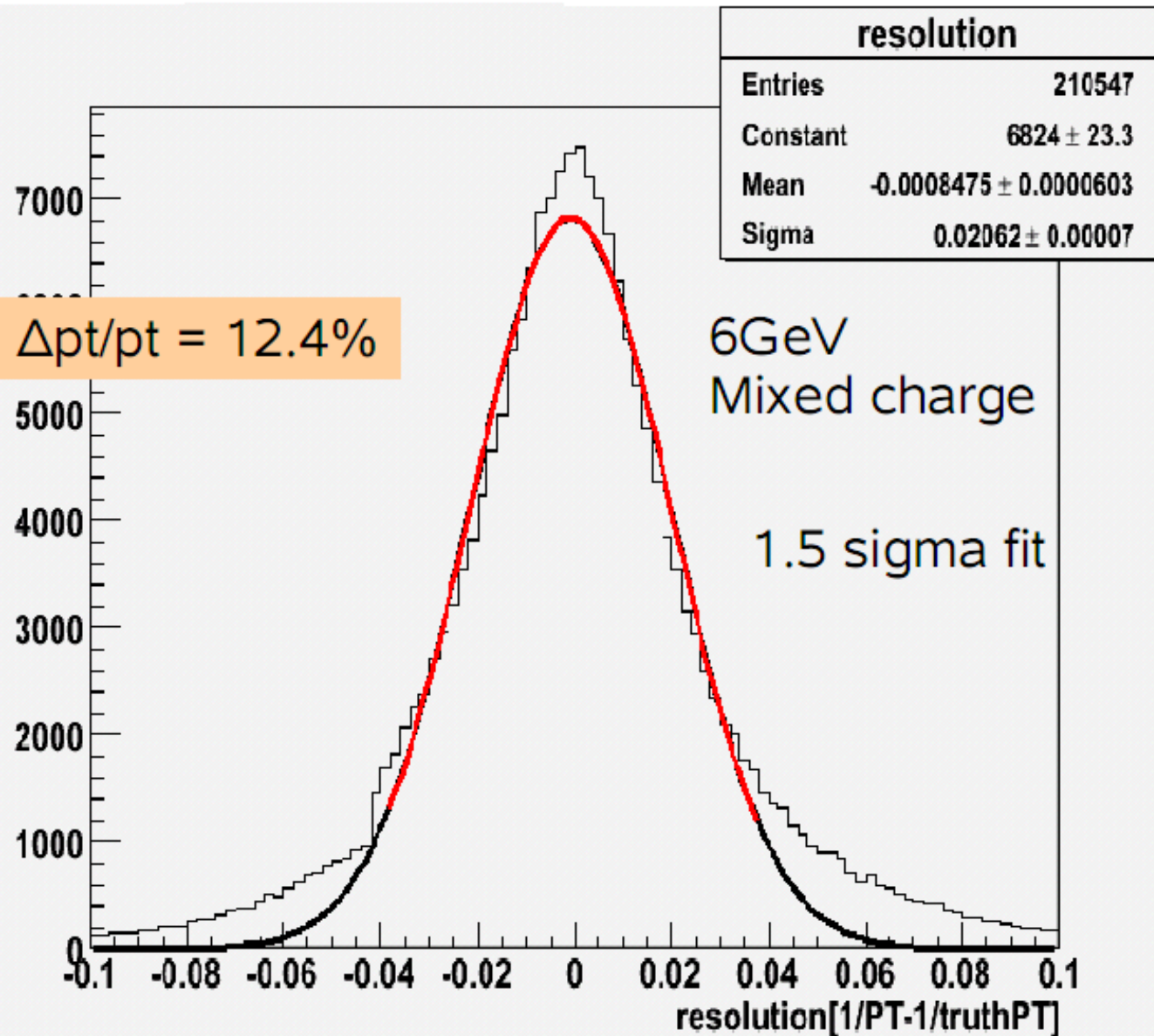
middle stationのトラックとinner stationのhitのマッチングに用いる

Eta, Phiの領域を30, 12にそれぞれ分割し  
各領域におけるパラメータ(A, B)を準備  
 **$1/p_T = A\alpha + B$** として $\alpha$ から $p_T$ を求める



# Performance

performance : pT resolution



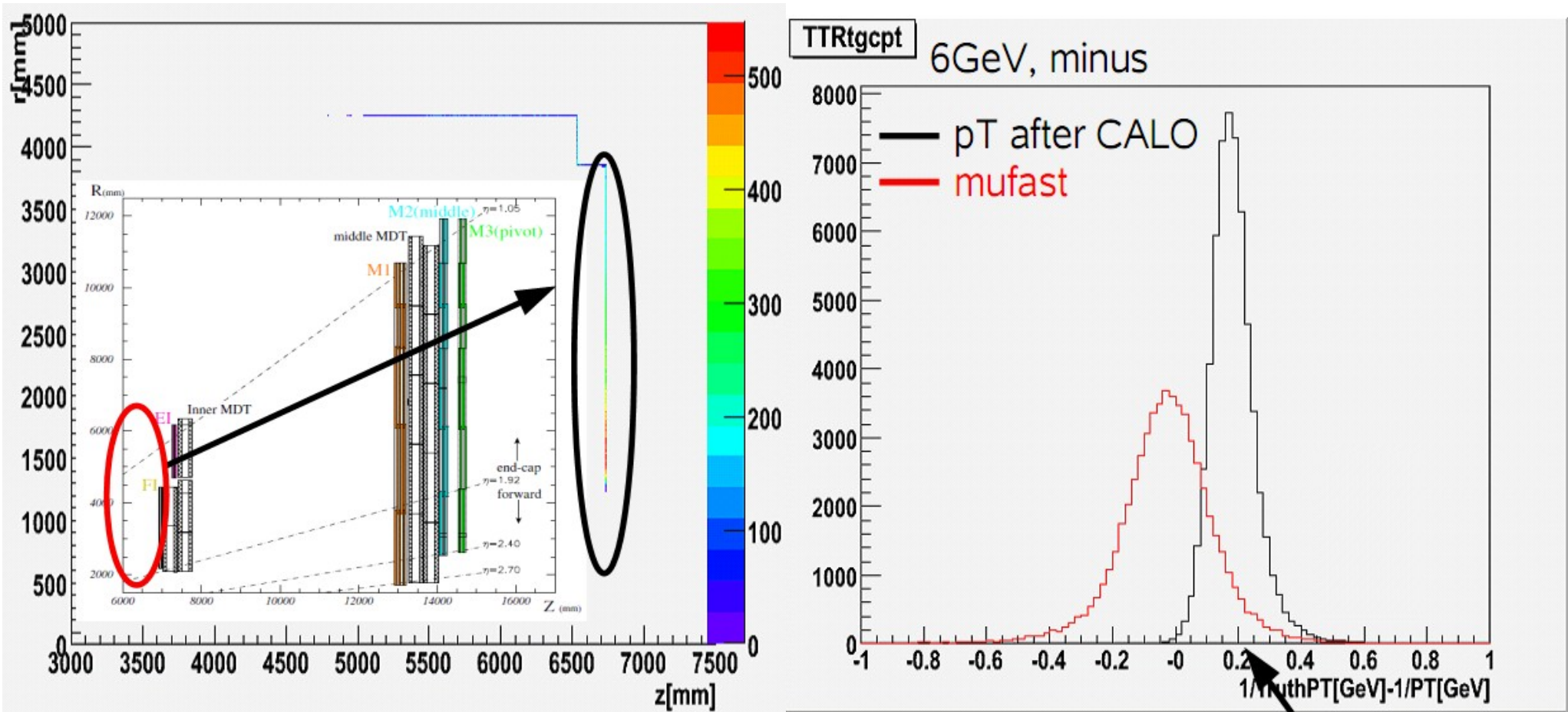
pT=6GeV  
merged charge+ and -  
merged Eta + and -  
with vertex spread

- charge×Etaの依存性
- inner station(beta)

# Performance

performance : The limit of pT resolution

Muon systemに入る前のtruth pT → mufastによって求めることの出来るpT resolutionの上限



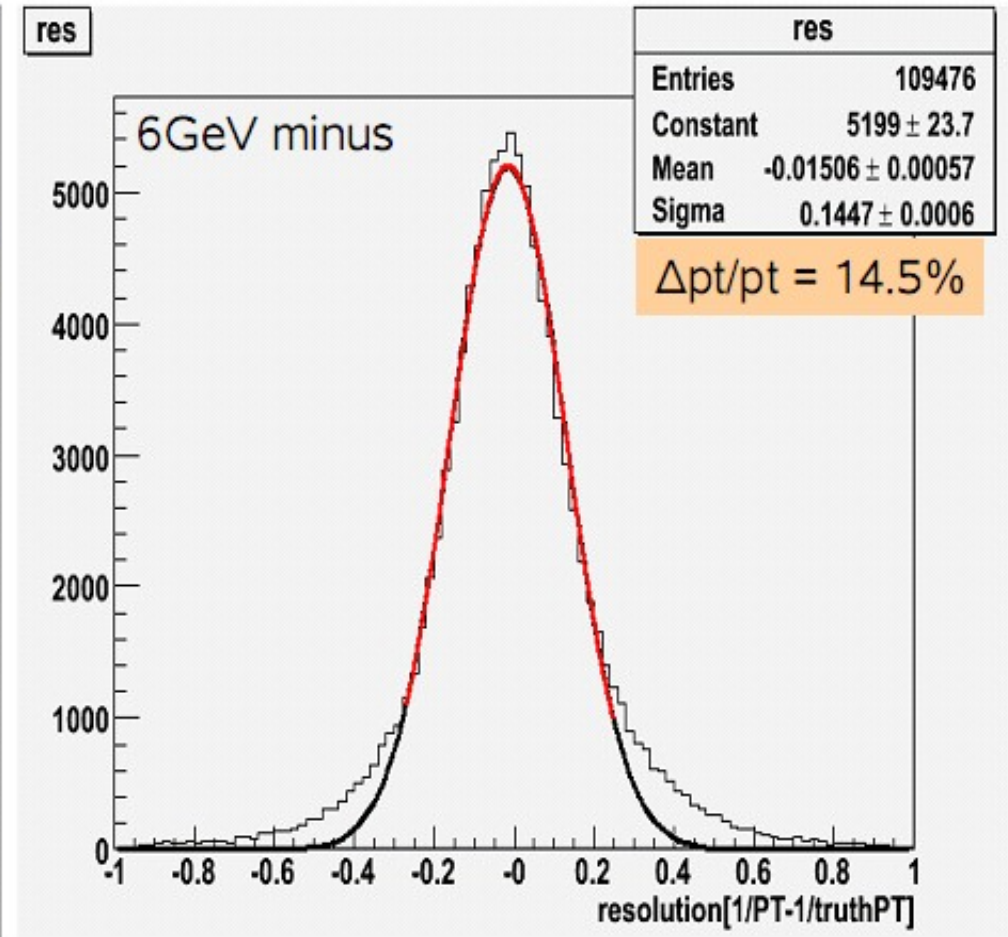
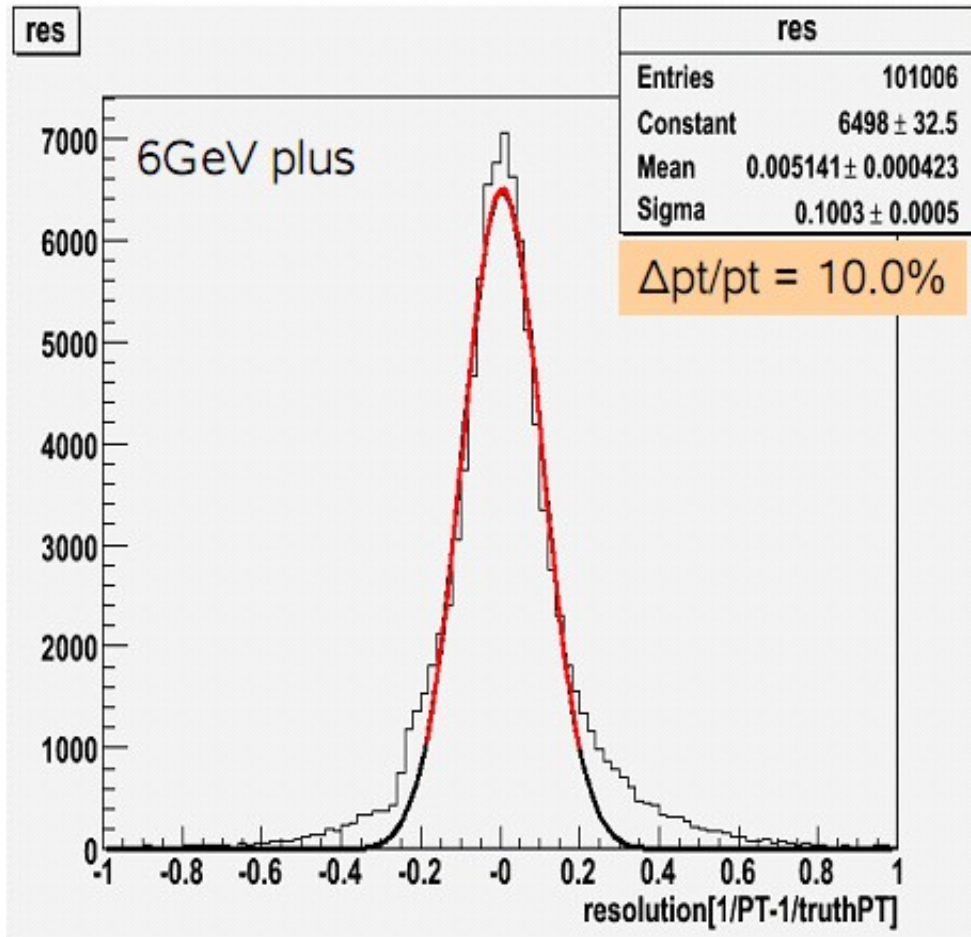
pT after calo : mean 0.029  $\Delta pT/pT$  5.72%  
 reconstructed pT : mean -0.0038  $\Delta pT/pT$  12.0%

Calorimeterによるenergy loss

mufastによるendcapのpT resolutionの上限は~5.7%

# Performance

## Charge dependency



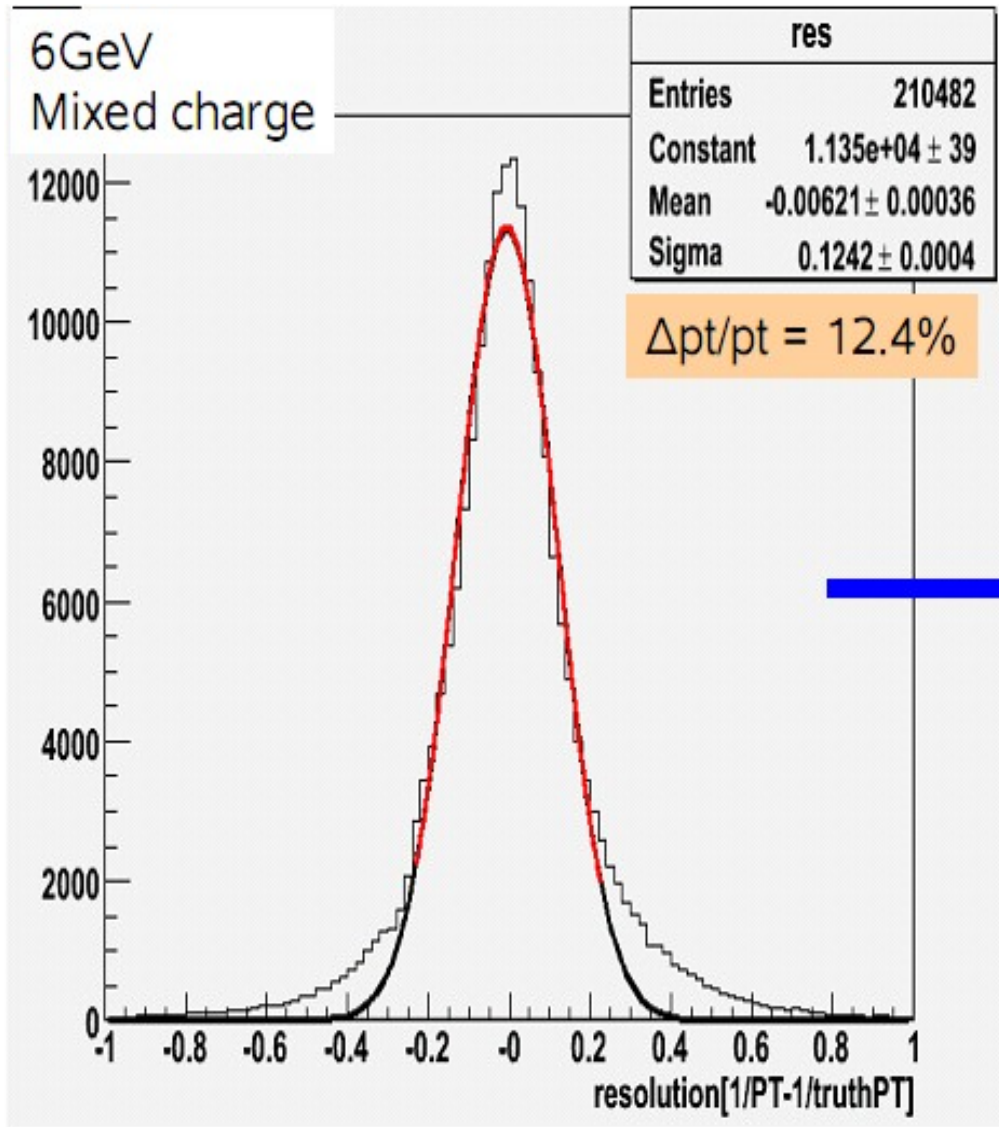
Chargeによる依存性が存在する

→ pTを求める際に用いるパラメータにchargeの依存性を加える

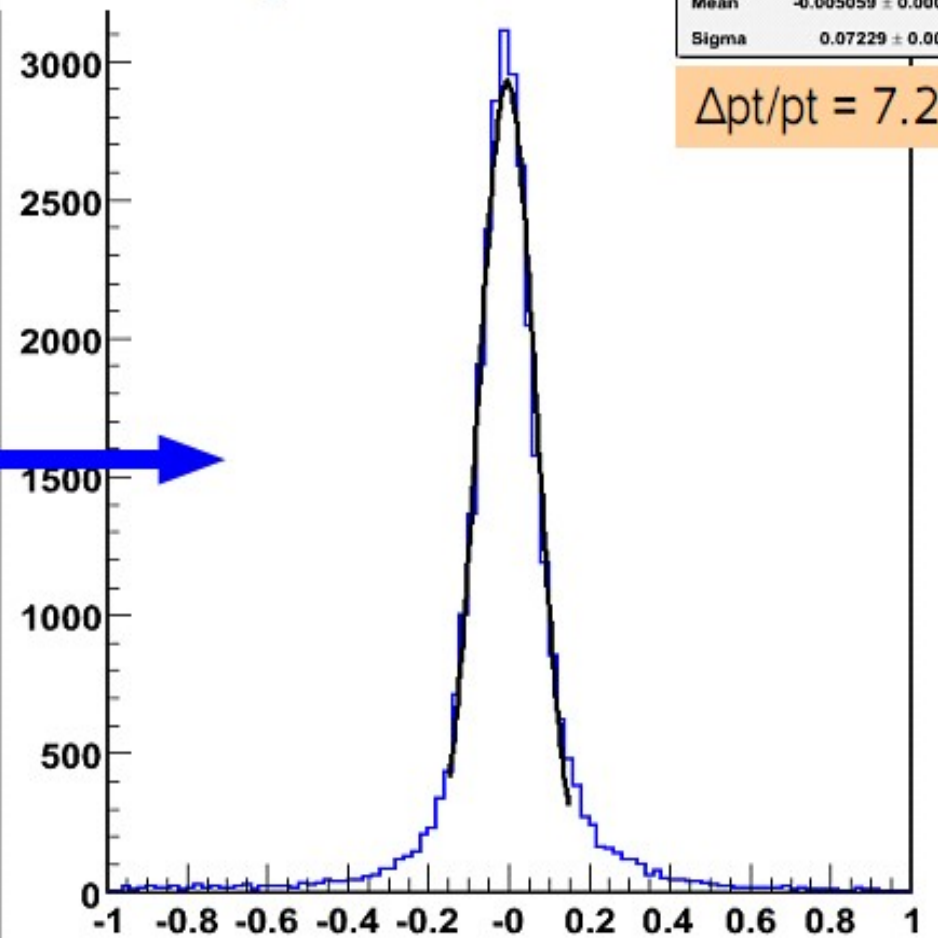


# Performance

recovering pT resolution with charge dependence



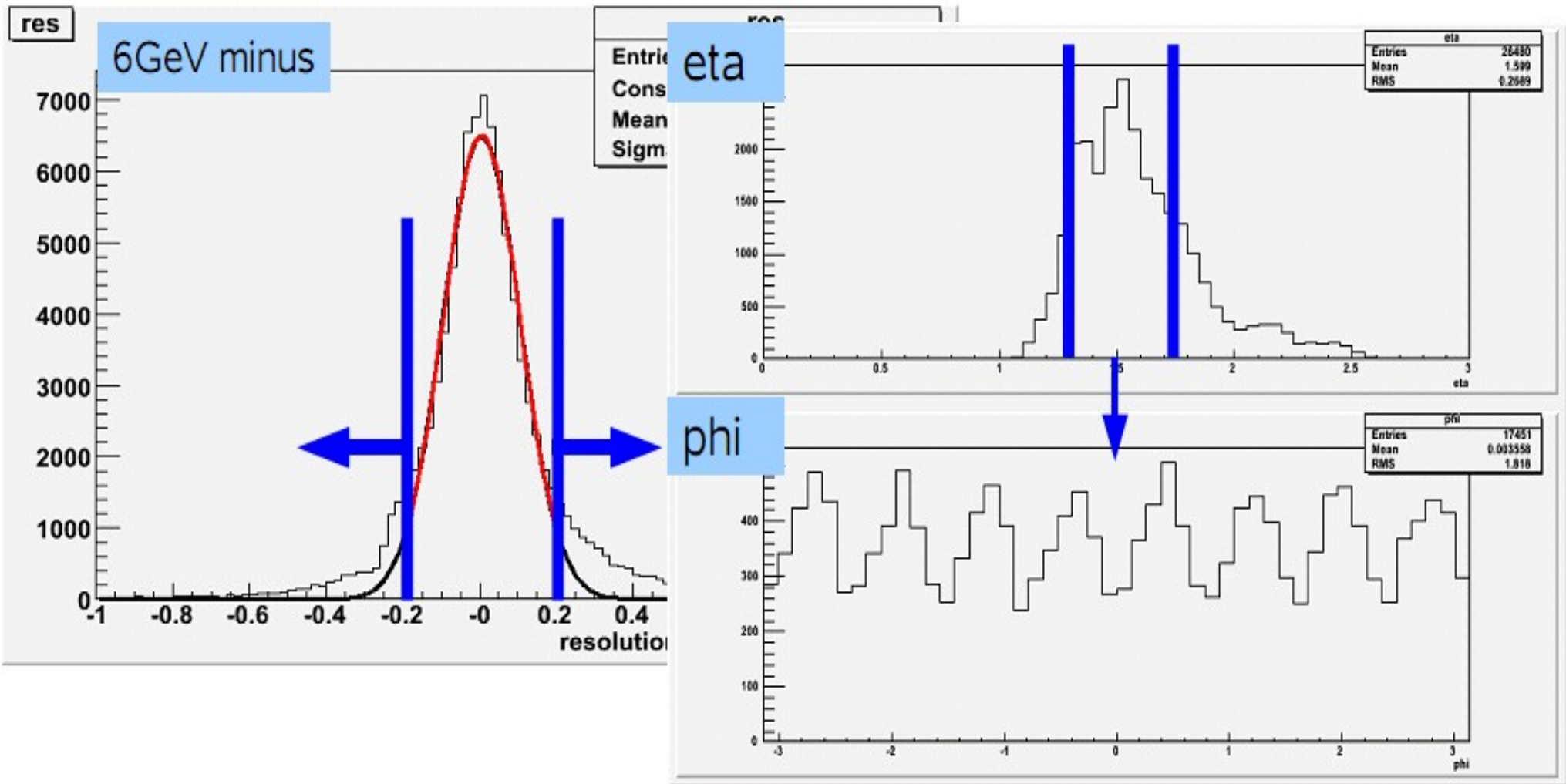
6GeV with new LUT  
mixed charge



パラメータにchargeの依存性を加えることでresolutionが約5%改善

# Performance

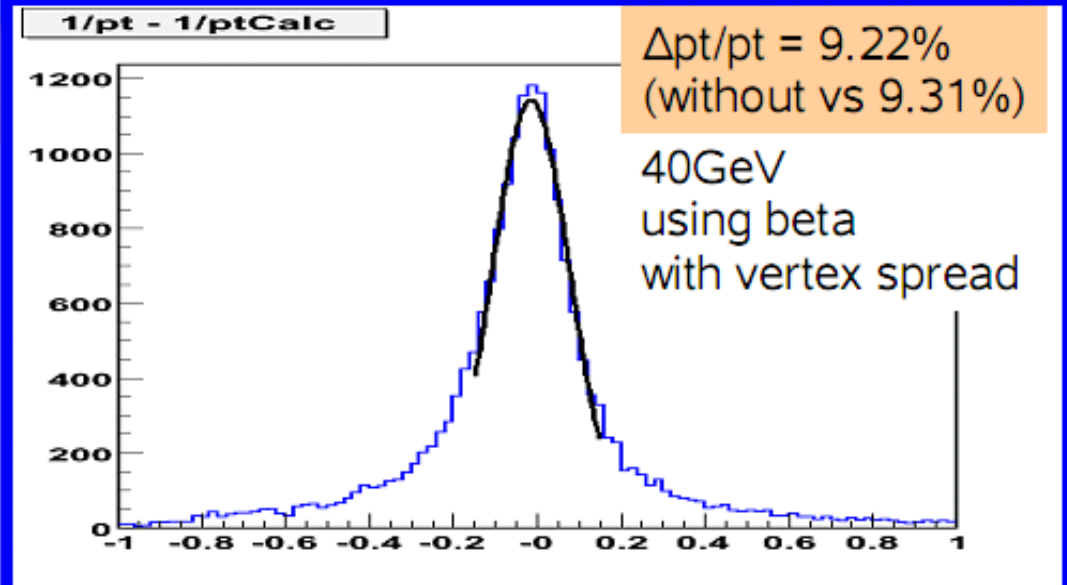
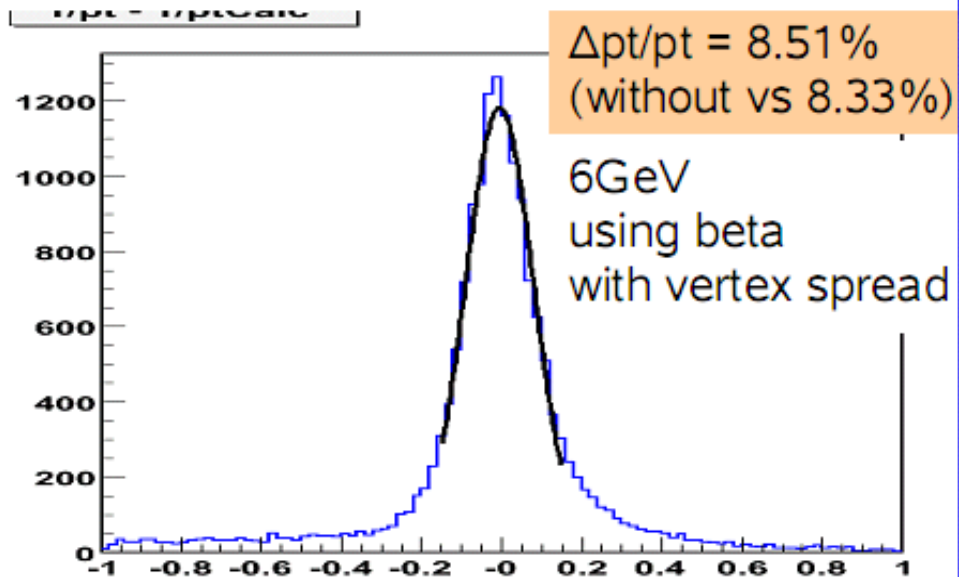
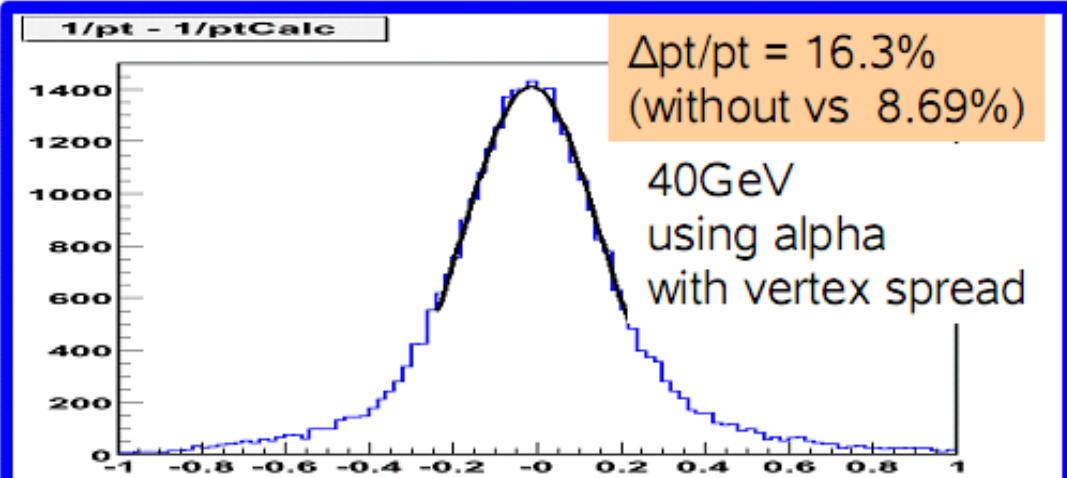
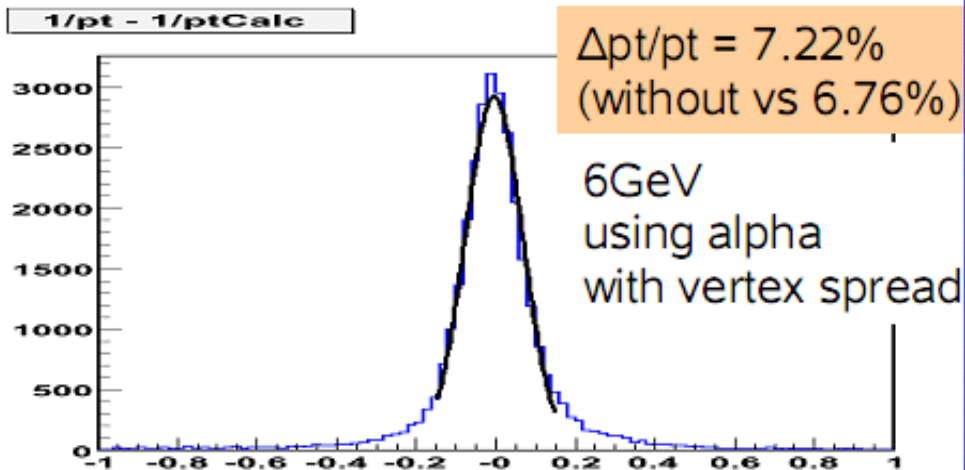
## The badly measured muon



eta~1.5付近にピーク、phiに特徴的な分布(1/8周期)がある  
→この領域は積分磁場の値が~0となる場所であり、  
ミュオンの曲がりが小さいため正しくpTを求めることが出来ていない

# Performance

performance : the effect of vertex spread



Ptの高いイベントに対してはbetaを用いることでvertex spreadの影響を抑えることが可能

# Performance

performance : trigger rate

$pT=6\text{GeV @L}=10^{33}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

Source	L1 endcap	L2 endcap
pi/K	6550	3302
b	1800	1300
c	1040	701
W	4	4
total	9390	5309

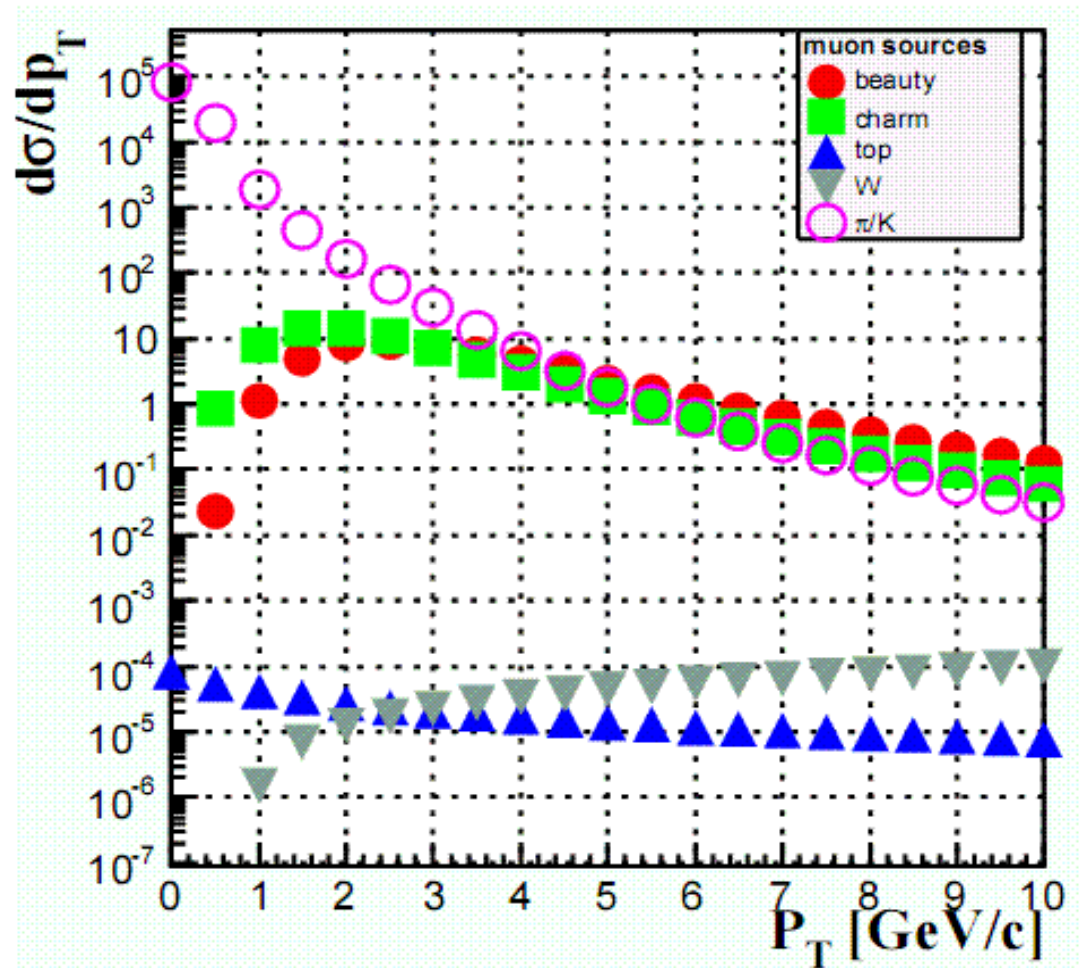
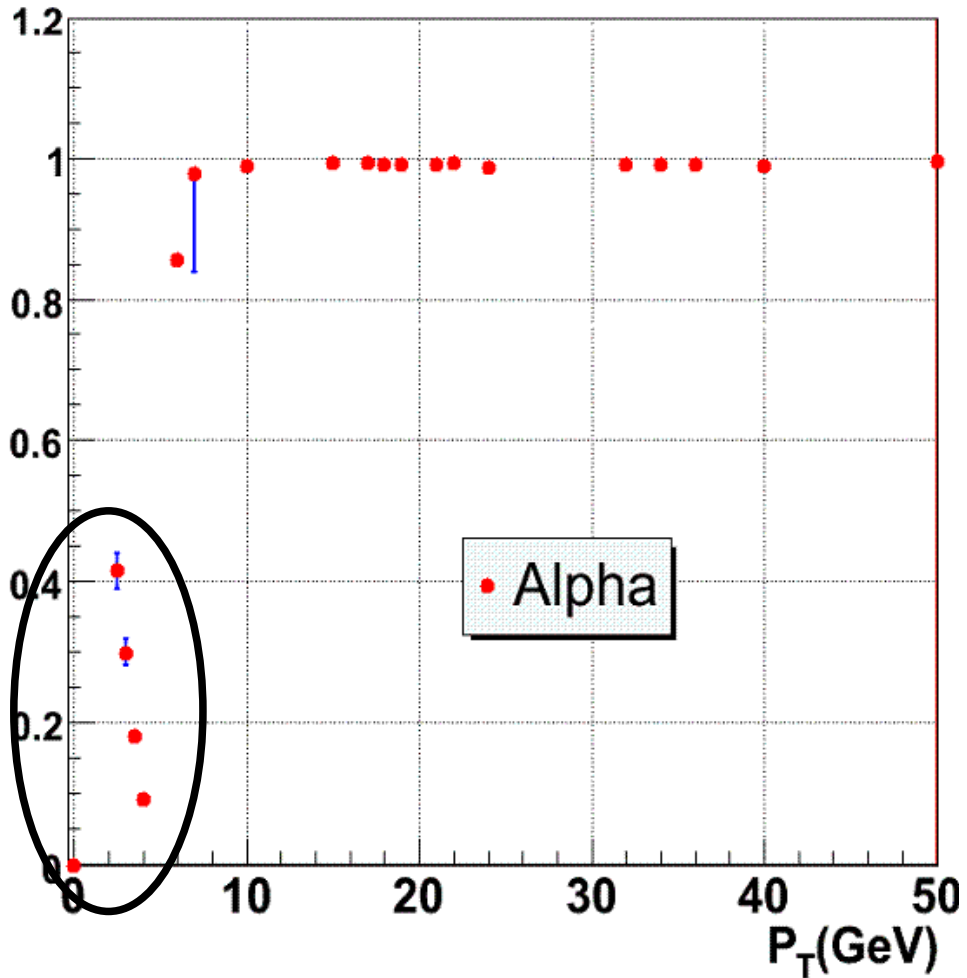
$pT = 20\text{GeV @L}=10^{34}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

Source	L1 endcap	L2 endcap
pi/K	4720	276
b	1470	310
c	740	129
W	41	36
total	6960	752

pTの低い領域におけるpi/Kの断面積が大きい為、  
pTの低いmuonをトリガーしないことがrateを下げるためには重要

# Performance

performance : efficiency of muFast



積分磁場が0になる領域では $p_T$ を正しく求めることが出来ず、トリガーされてしまう

# Summary & outlook

## Performance

### pT resolution

- ~7% @pT=6GeV
- charge依存性を考慮することでresolutionが5%向上
- tailを引いているのは積分磁場が~0の領域

### trigger rate

- ~5kHz @L=10<sup>33</sup>cm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>
- ~0.7kHz @L=10<sup>34</sup>cm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>

### Vertex spread

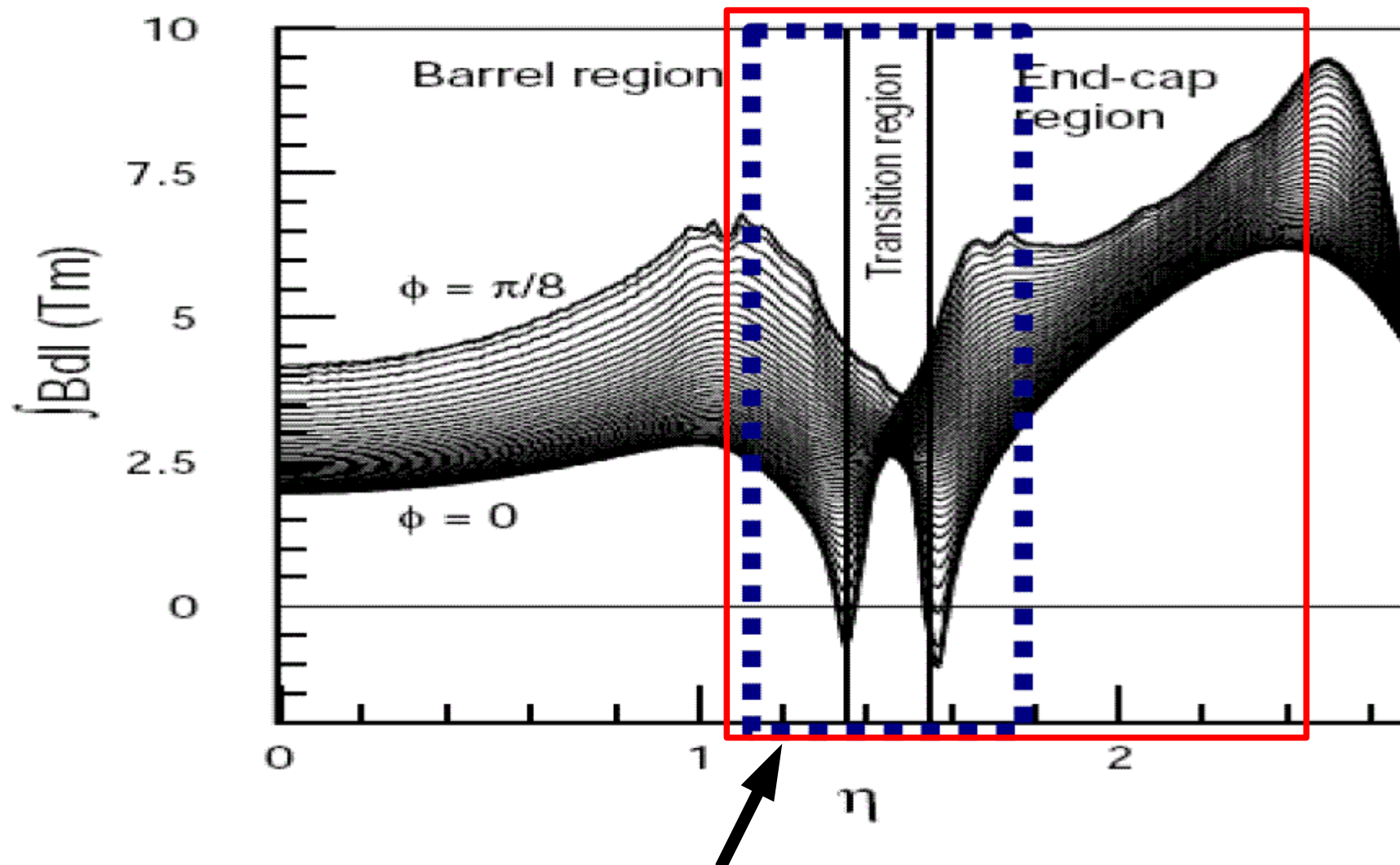
- inner stationを用いることで高いpTにおけるvsの影響が小さくなることを確認

## Outlook

- 積分磁場が~0となる領域での対応策の開発
- 低いpT領域におけるrejection powerの向上のためのアルゴリズム開発

# Introduction

Problem in Endcap Level-2 muon trigger



Barrel領域に比べてendcapでは積分磁場の値が非常に不均一  
→単純に曲率を用いてpTを求めることが不可能