

ATLAS実験における レベル2ミュオントリガーの性能評価

所属：東大理 高工研^A 神戸大自然^B CERN^C

道前 武

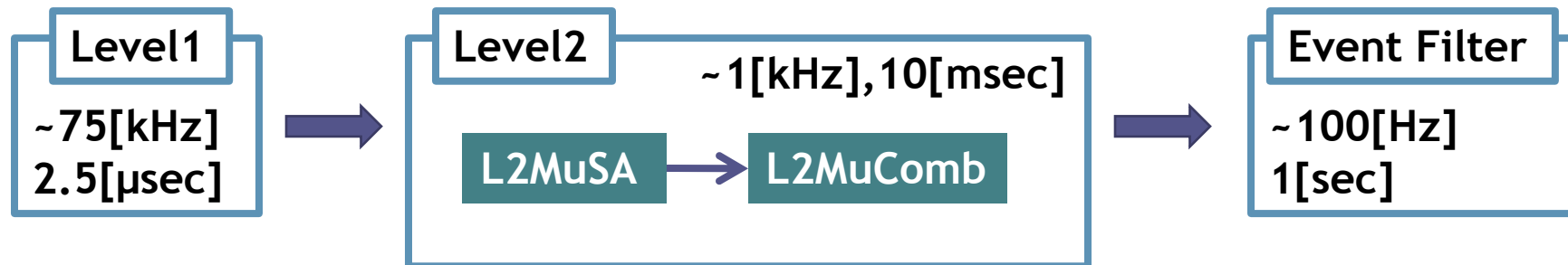
徳宿克夫^A 長野邦浩^A 小曽根健嗣^A

石川明正^B 大町千尋^B 蔵重久弥^B

河野能知^C Atlas-Japan HLTグループ

2008年9月23日
日本物理学会 秋季大会

Level2 MuonTrigger System



Level1 Hardware Trigger

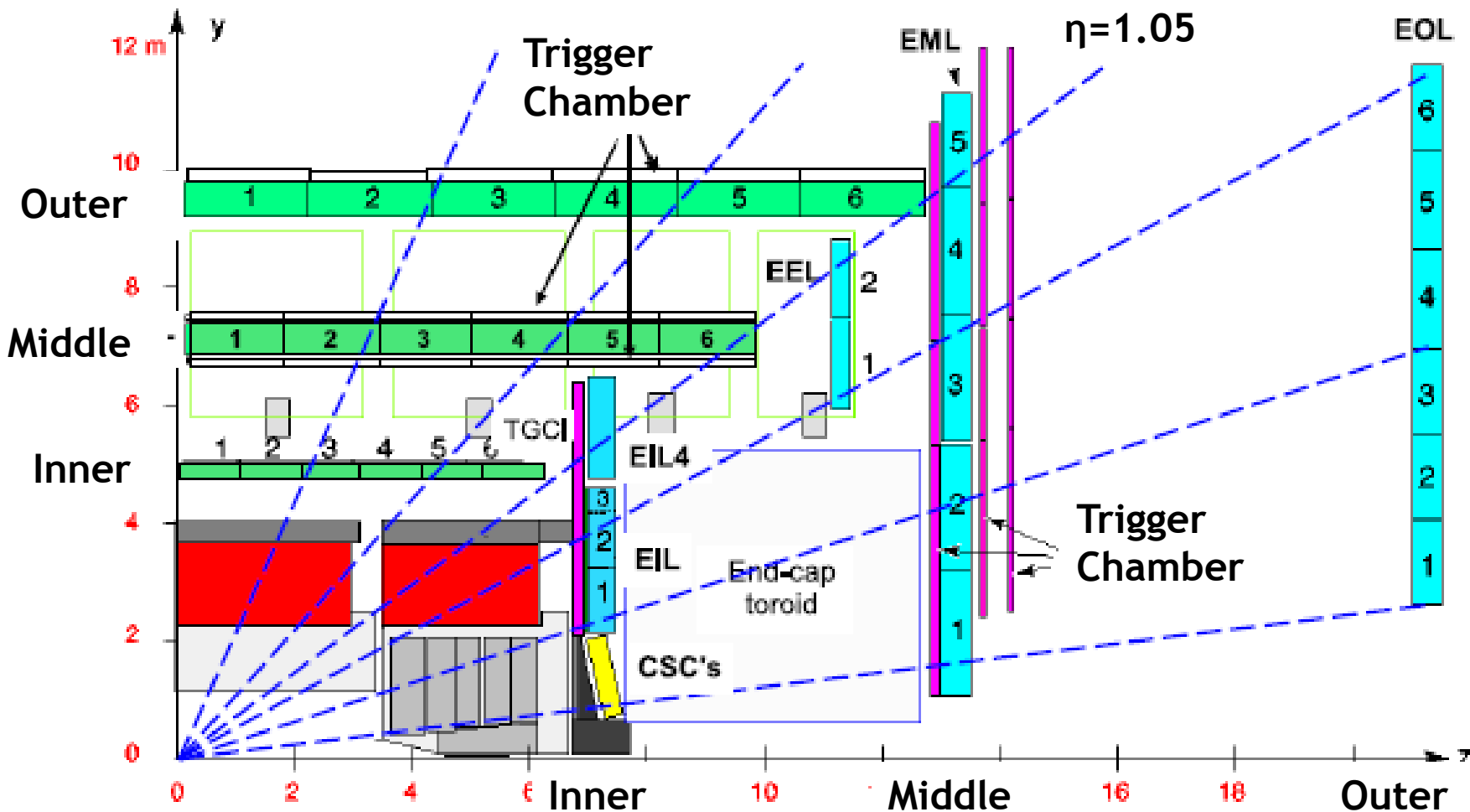
Level2 LVL1の結果をSoftwareのTrigger
にかける

L2MuSA(L2MuStandAlone): Muon System (Wire Chamber、RPC、Drift Tube、CSC)
単体でmuonの Ptを再構成し、あるthreshold以上のPt
のmuonを選別

L2MuComb: L2muSA で求めた muon とInner Detectorのtrackとのマッチングを
行いmuonを選別

今回はL2MuSAにしぼってお話しします

検出器



Barrel部分

- LVL1- MiddleとOuterのRPC(Middle-2層、Outer-1層)を使用
- LVL2- Inner, Middle, OuterのDrift Tubeを使用

EndCap部分

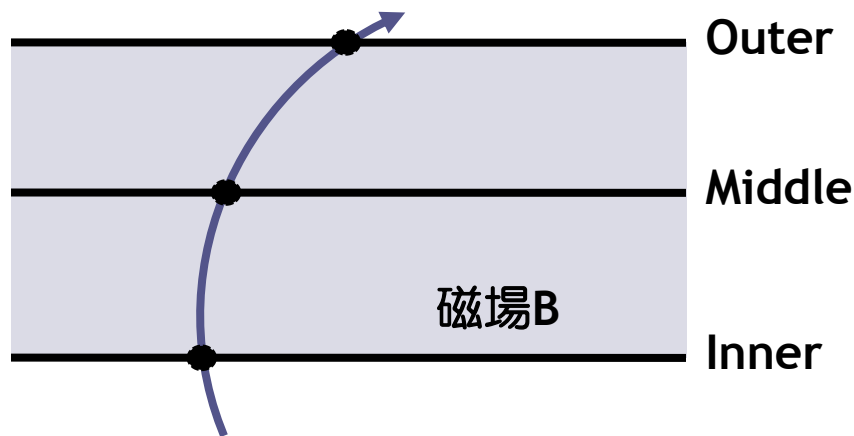
- LVL1- MiddleのWire Chamber(3層)使用(位置分解能 ~ 1 cm)
- LVL2- Inner, Middle, OuterのDrift Tubeを使用(位置分解能 $\sim 100\mu\text{m}$)

L2MuSA Algorithm Barrel

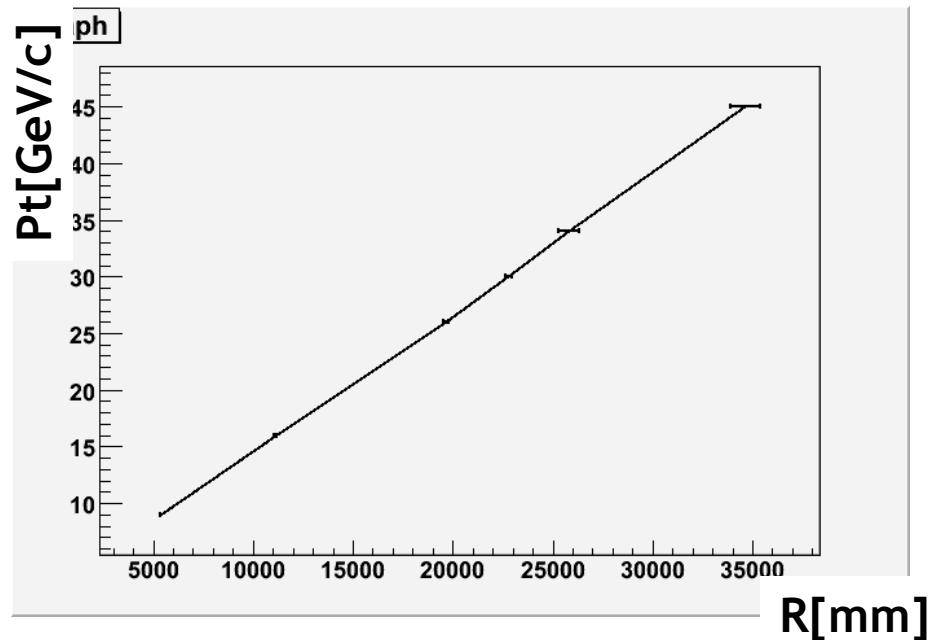
Barrel部分：

1. Trigger Chamberを使ってトラックのパターン・レコグニション
2. Drift TubeのDrift Timeを使ってそれぞれのLayer (Inner、Middle、Outer)でトラックセグメントをFitする
3. 全体を円でFitして曲率半径Rを求める
4. Look-UpTable (LUT)を用いてPtを再構成

$Pt = aR + b$ で計算 (a、bは領域ごとに違う→LUT(磁場が違うので))



きれいな直線になる
→後で説明



L2MuSA Algorithm EndCap

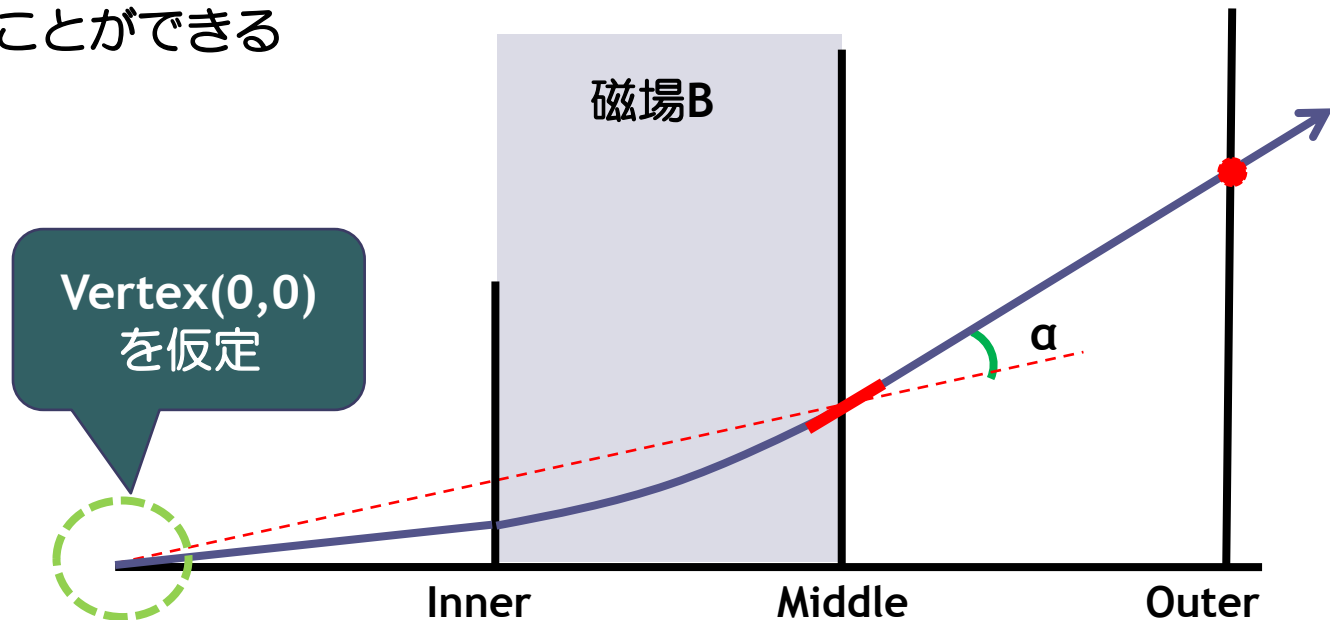
EndCap部分：

1. Trigger Chamberを使ってトラックのパターン・レコグニション
2. Drift TubeのDrift Timeを使ってMiddleでトラックフィットしMiddle-Outerの直線の傾きを求める。このときOuterのHitがあるようならOuterのHitも使ってMiddle-Outerの傾きを求める
3. 仮想Vertex(0,0)とMiddleを結ぶ直線とMiddle-Outerを結んだ直線のなす角を求める。
4. α を用いてPtを再構成

$1/Pt = A\alpha + B$ でPtを計算(A、Bは領域ごとに違う(LUT))

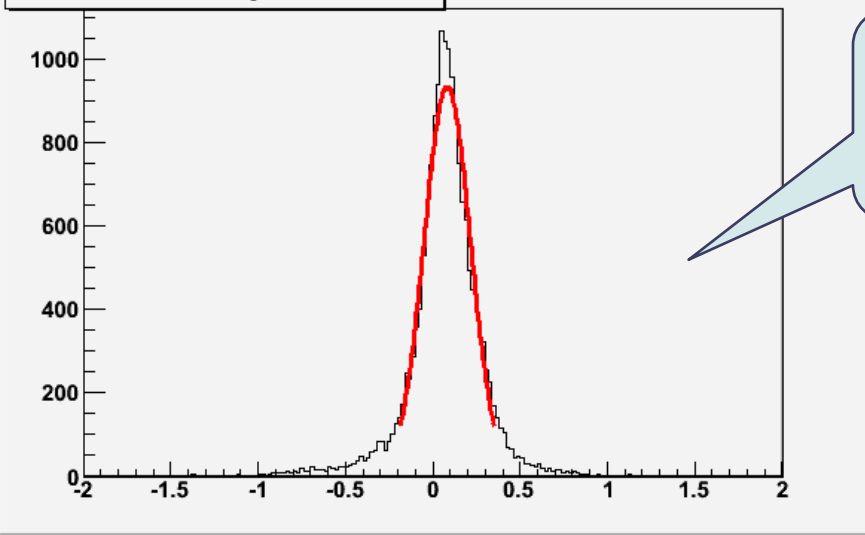
長所

- LVL1で使用するMiddleのみを使っても出すことができる



Pt Resolution と Bias

9GeV EndCap Positive

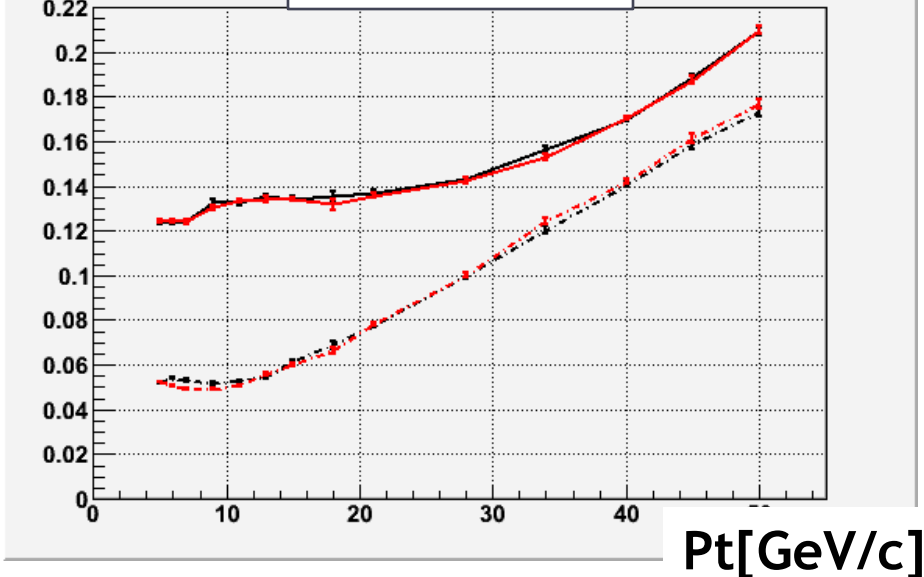


$$\frac{|Pt(rec)| - |Pt_0|}{Pt(rec)}$$

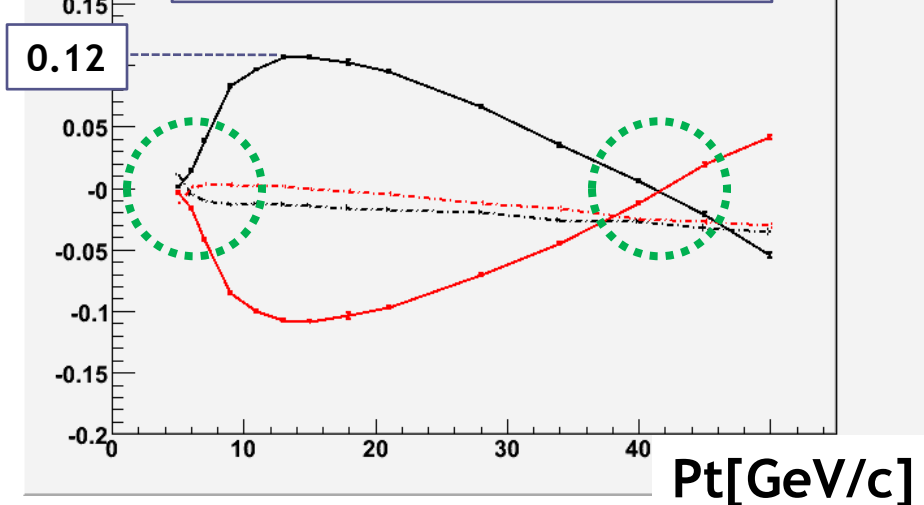
- 黒: EC Positive
- 赤: EC Negative
- 黒点: BR Positive
- 赤点: BR NEgative

EndCap部分のLUTは6GeVと40GeVを使ってチューニングされたため

Pt Resolution



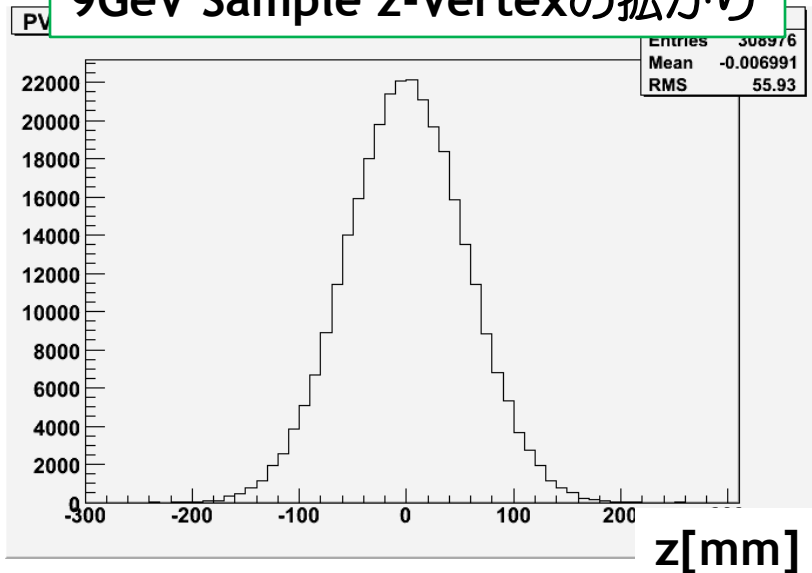
0からのMeanのずれをPtごとにplot



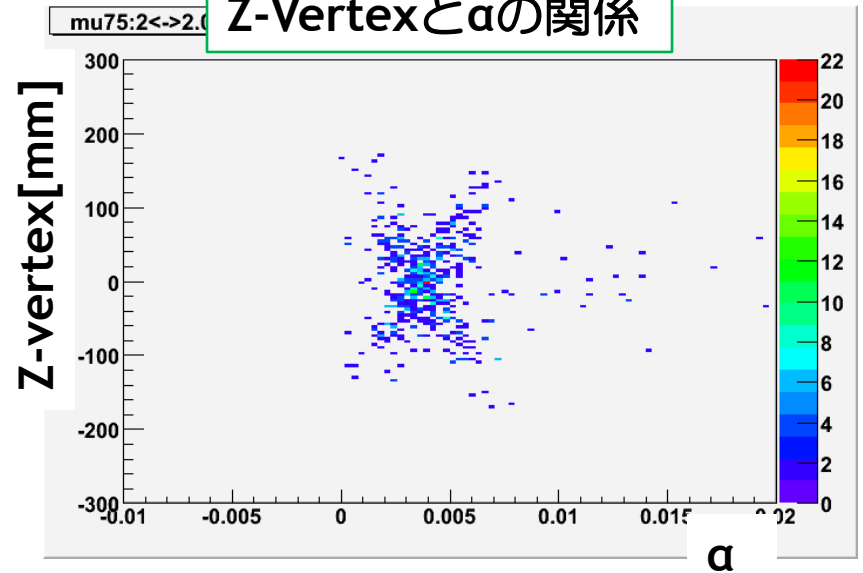
α を使用する上での短所

- 角度を使用しているため $1/Pt$ との関係が厳密には一次式でない (前ページPt Bias参照)
- Vertex(0,0)を仮定しているため、Vertexの位置によってPtの値が変わってきてしまう

9GeV Sample z-Vertexの拡がり



Z-Vertexと α の関係



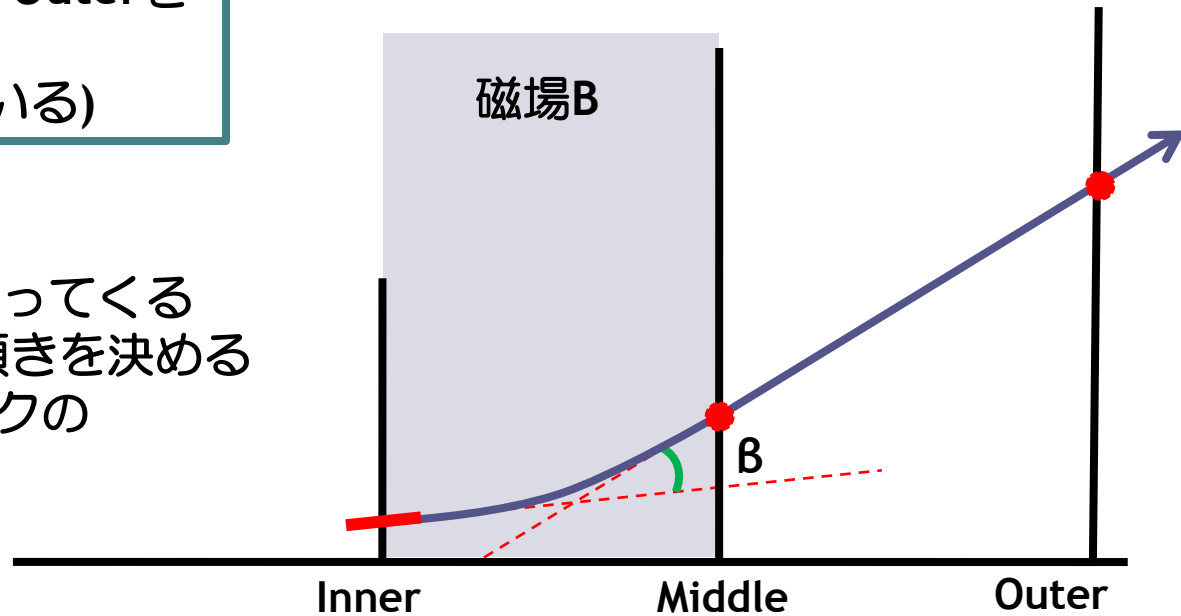
他に何か良い値はないか？

B: Innerで求めた傾きとMiddle-Outerを
結ぶ直線の傾きの差
(ATLASではすでに考えられている)

長所 仮想Vertexを使わない

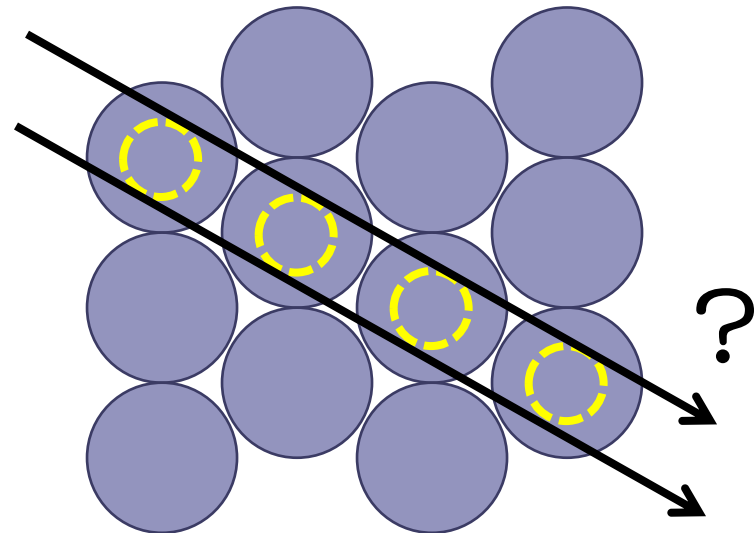
短所

- InnerのHitが必要になってくる
- Inner Station単体で傾きを決める時、いくつかのトラックの候補ができてしまう
事がある



Layer内でトラックを
決めるといくつかの
トラック候補ができてしまう

➡ B分布のテールを作ってしまう
可能性?



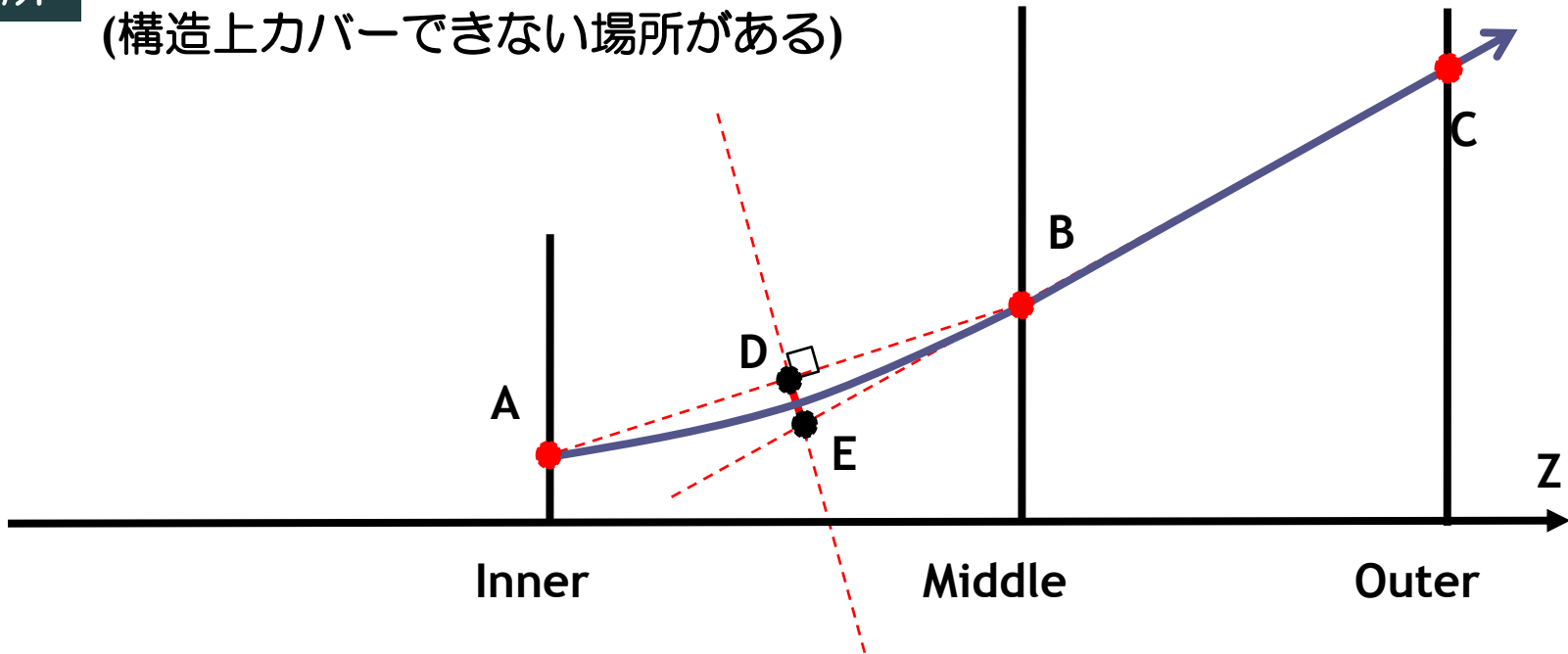
Sagitta(Original)

- Inner、Middle、OuterでのHitをそれぞれA、B、Cとする
- 直線ABとその中点をDとする
- Dを通る垂線とBCの交わる点をEとする

$$\text{Sagitta} = DE$$

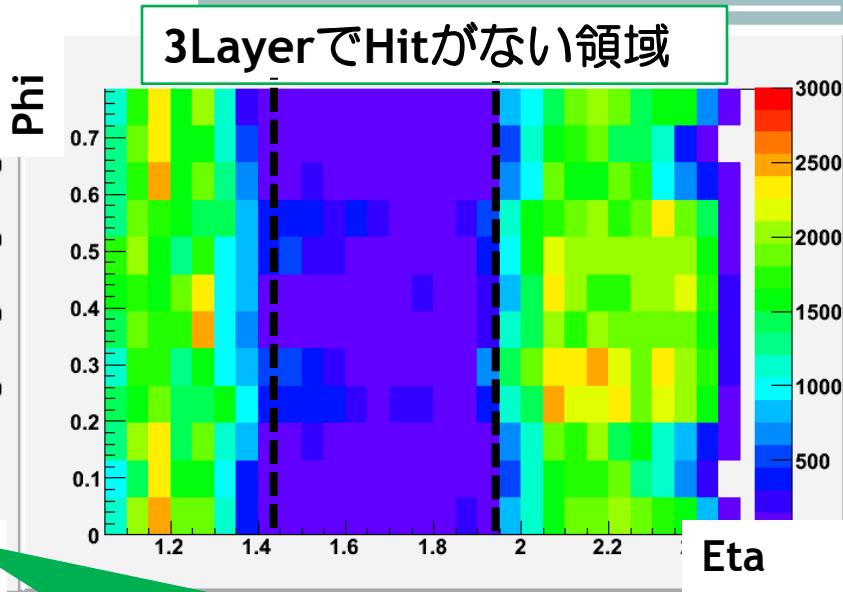
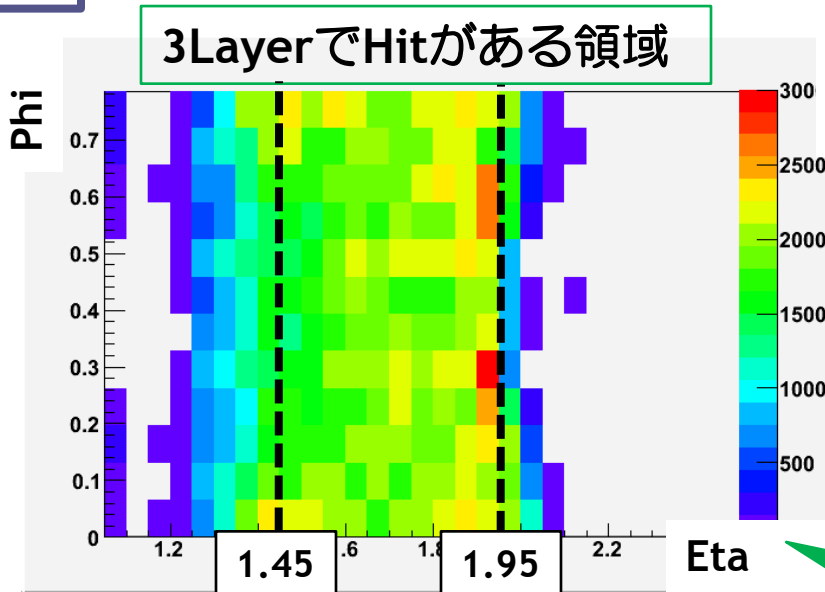
- 長所**
- Vertexを使わない
 - それぞれのLayerの傾きではなく点を使うため、トラックの引き間違いによるエラーを少なくできる可能性がある

- 短所** Inner、Middle、OuterのそれぞれでのHitが必要
(構造上カバーできない場所がある)

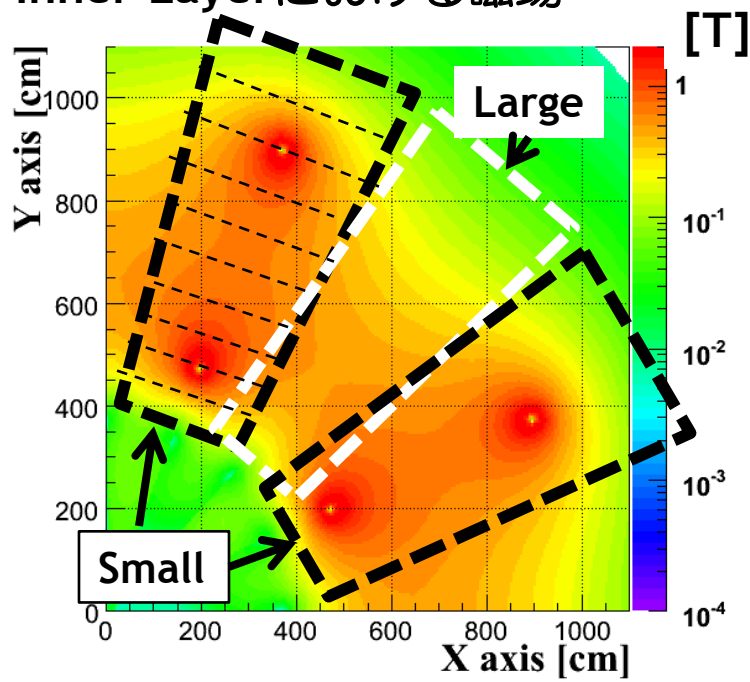


➡ α、β、Sagittaの場合についてsingle muonのsampleを使い性能を比較していく

注意



Inner Layerにおける磁場



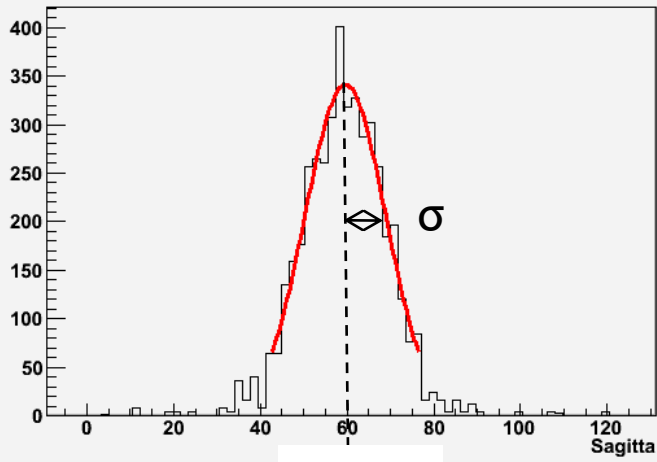
3LayerでHitがある領域のみについて考える
 $1.45 \leq \eta \leq 1.95$ の領域では3StationにHitがあるイベントは全体の95%ほど

磁場の不均一性

- 最終的には η 、 ϕ で細かく区切ってLUTを使用
- 今回は
 - ✓ η 方向は0.05ずつのBinに区切って比較
 - ✓ ϕ 方向はChamberの構造に合わせて2つのbinに区切って比較

Resolution

9GeV Sagitta分布($\eta:1.8\sim 1.85$)



mean

Resolutionとして σ/mean を
プロットして比較

黒： α 使用時

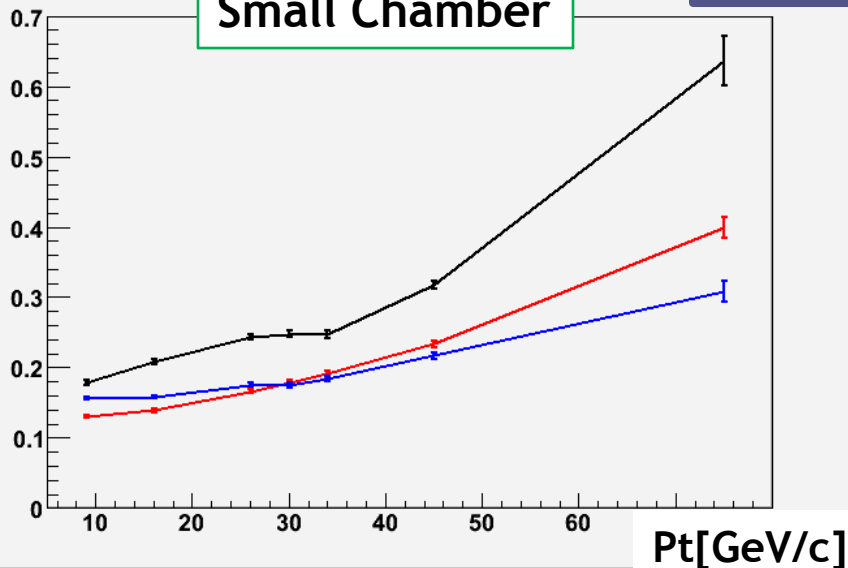
赤： B 使用時

青： $Sagitta$ 使用時

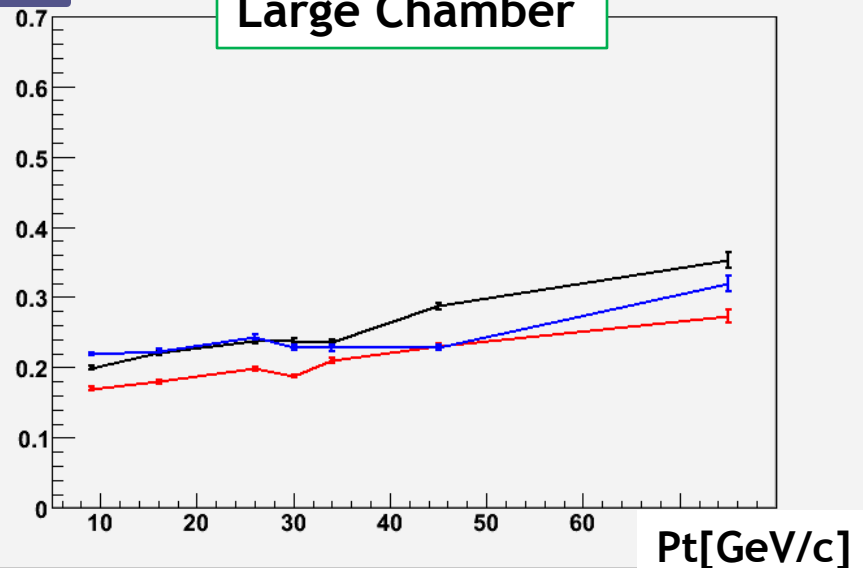
B 、 $Sagitta$ 使用時は α 使用時と同
等、またはより良くなっている

$\eta:1.8\sim 1.85$

Small Chamber



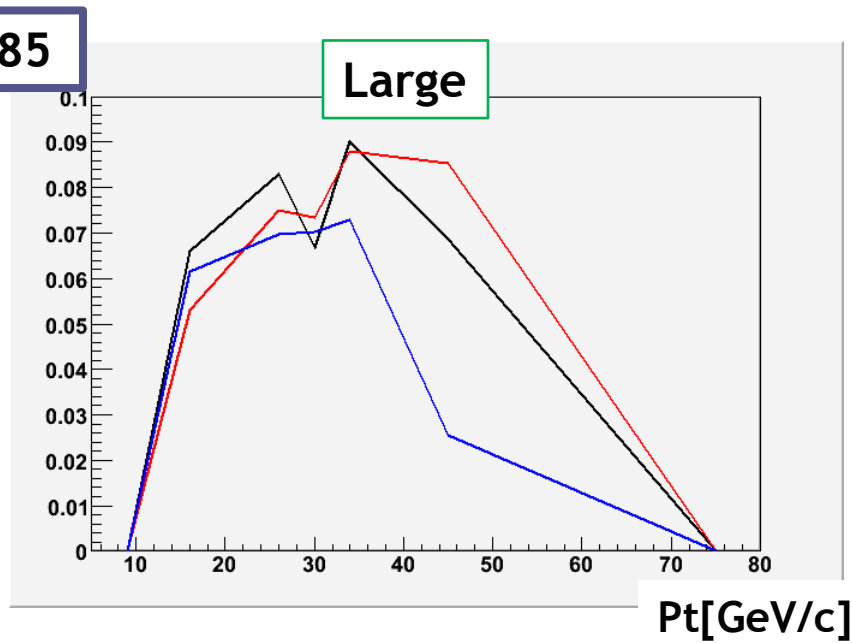
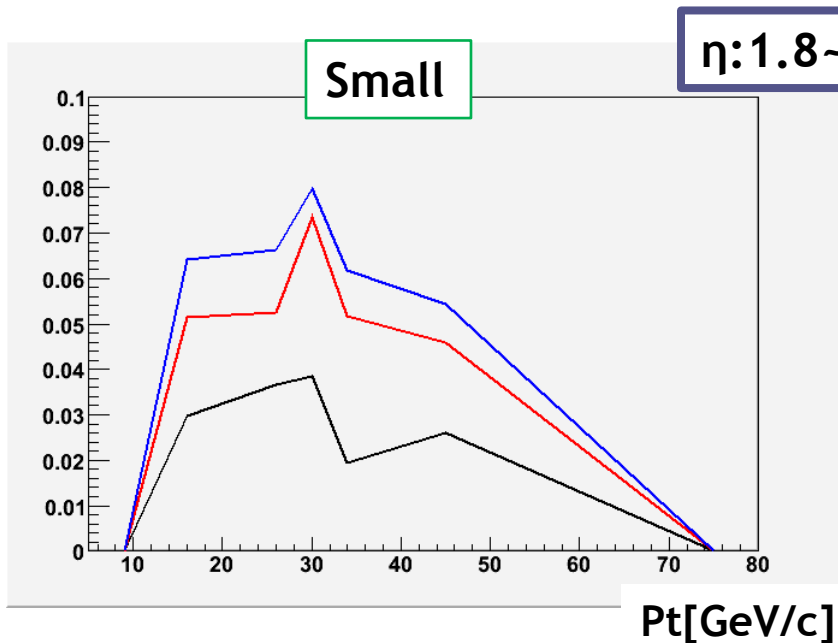
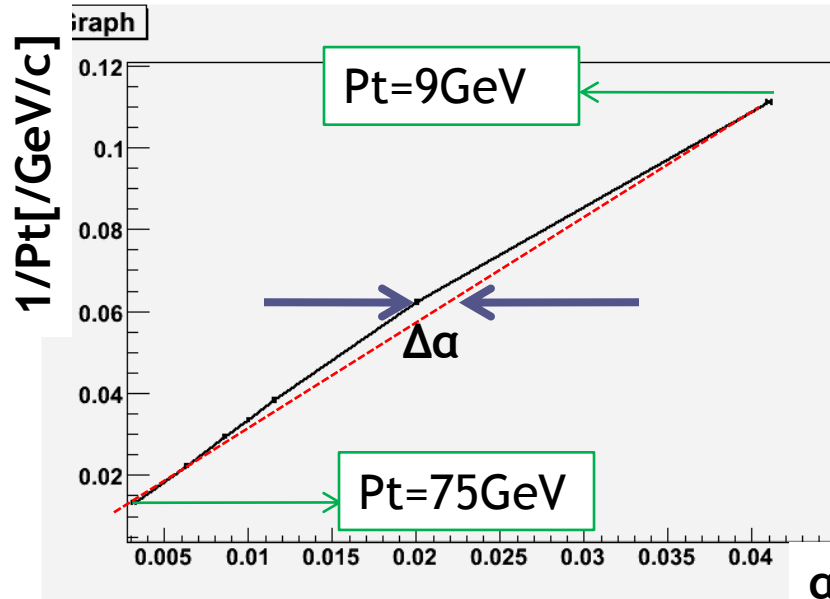
Large Chamber



1/Ptグラフの曲り

9GeVと75GeVの点を結びその直線と
 実際の値との差をその時のPtのMean
 で割る
 →PtごとにPlot

- 黒：α使用時
- 赤：B使用時
- 青：Sagitta使用時



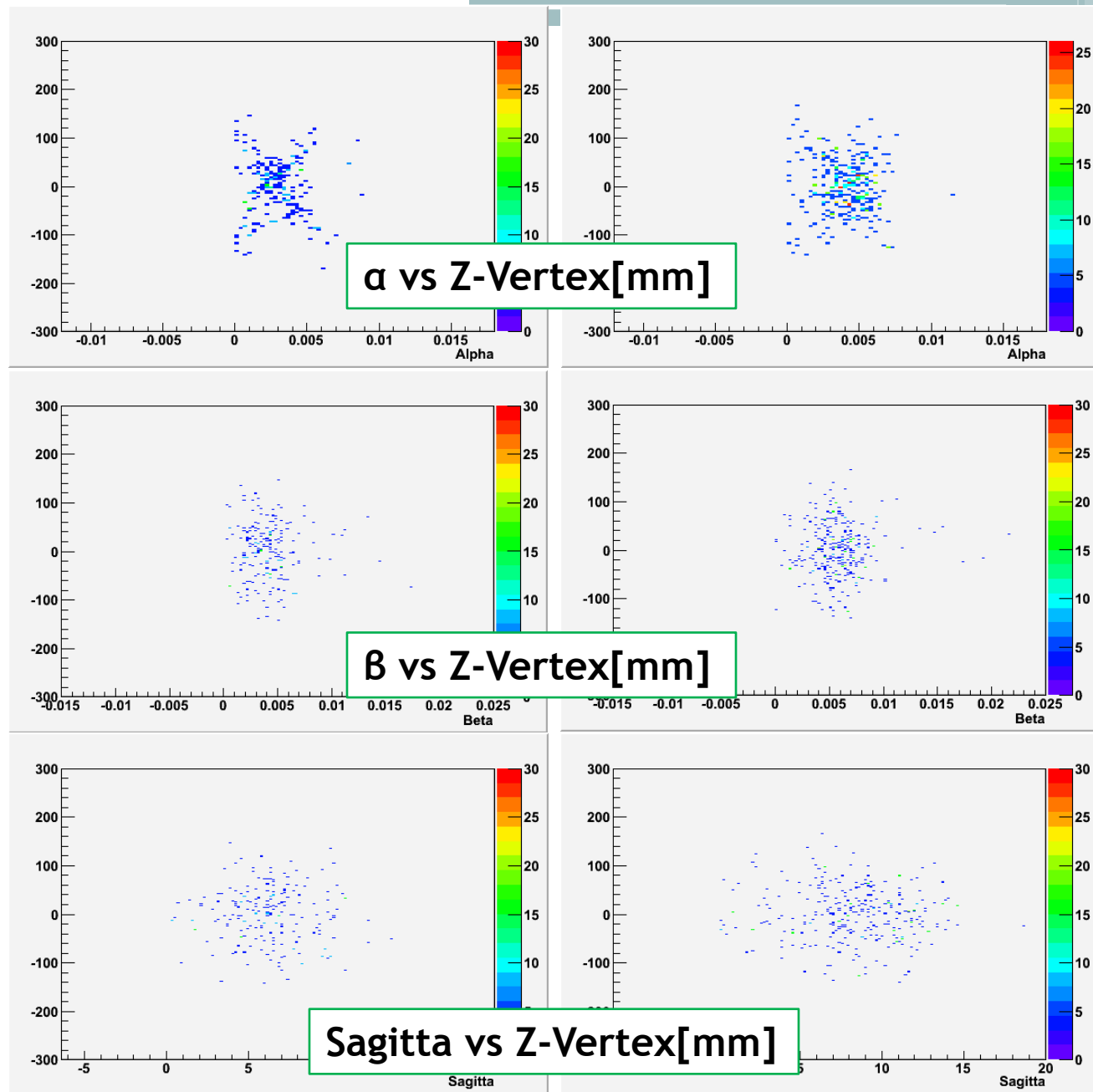
Small

$\eta: 1.8 \sim 1.85$

Large

Vertexとの相関

Z-vertexと α の correlation



横軸: mean $\pm 3\sigma$ の範囲
でPlot

縦軸: 固定
-300~300[mm]



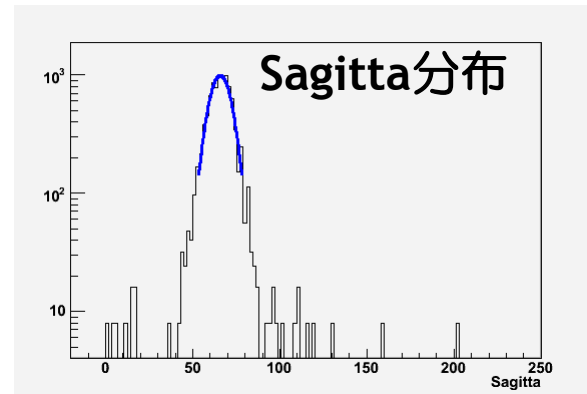
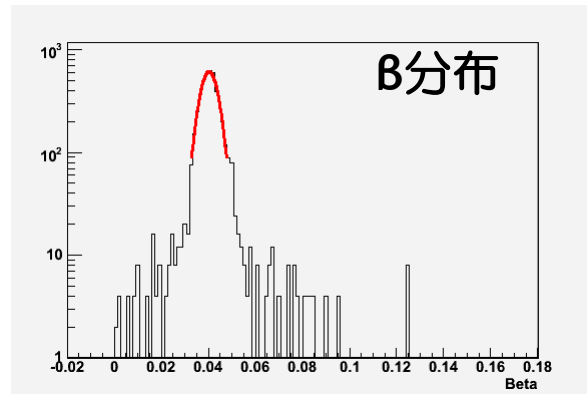
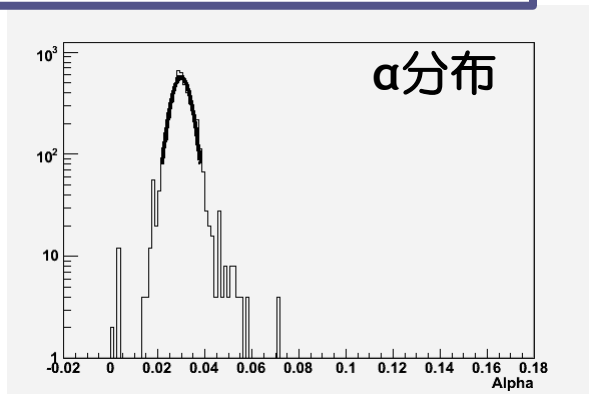
α のような
vertexとの
correlationは
見られない

Sagitta vs Z-Vertex[mm]

分布時のテール

黒： α 使用時
赤： B 使用時
青：Sagitta使用時

$\eta: 1.8 \sim 1.85$ 9GeV Sample

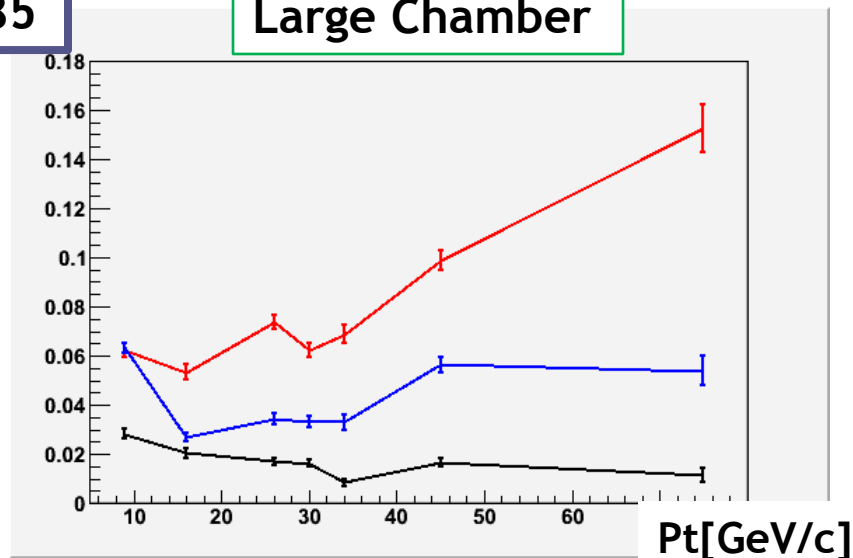
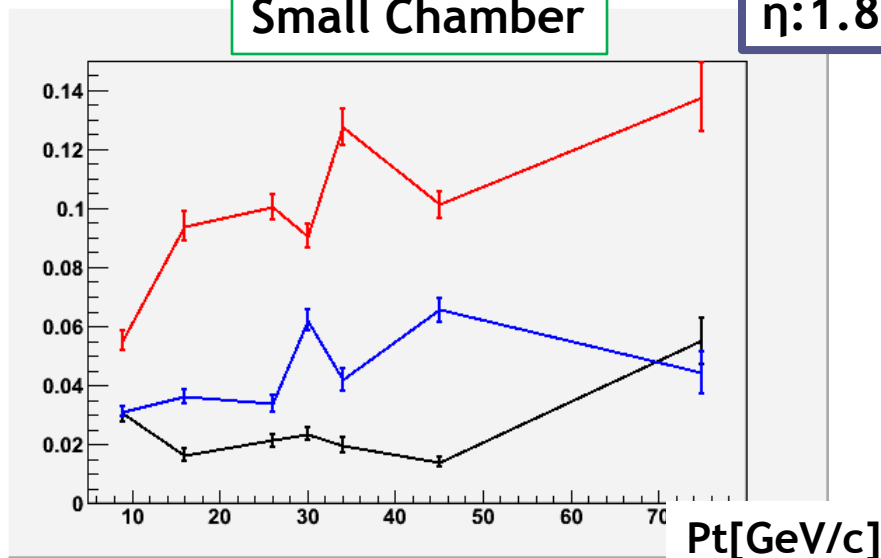


3Sigmaより外に分布してしまうものの割合をPtごとにプロットしてみる

Small Chamber

$\eta: 1.8 \sim 1.85$

Large Chamber



まとめ

L2MuSA アルゴリズム

Endcap

- α 使用 →
- $1/Pt$ と α の関係：領域によっては曲線になってしまう
 - Vertexによるbias

Vertexに依らない値を考える

β
Sagitta

Single Muon Sampleを使って比較

β

- 曲線になってしまうのは α より良くなることはなかった
- Vertexには依らない
- α と同等、またはそれよりも良いResolutionが得られる
- ただしテールができてしまう
- InnerとMiddleのHitが必要

Sagitta

- 曲線になってしまうのは α より良くなることはなかった
- Vertexに依らない
- α と同等又はそれよりも良いResolutionが得られる
- β ほどテールをひかない
- Inner、Middle、OuterのHitが必要

Vertexに依らないのでDecay-in-FlightのmuonやMultiple Scatteringのmuonも区別できる可能性あり？それらのmuonによるRateをおさえられるか？

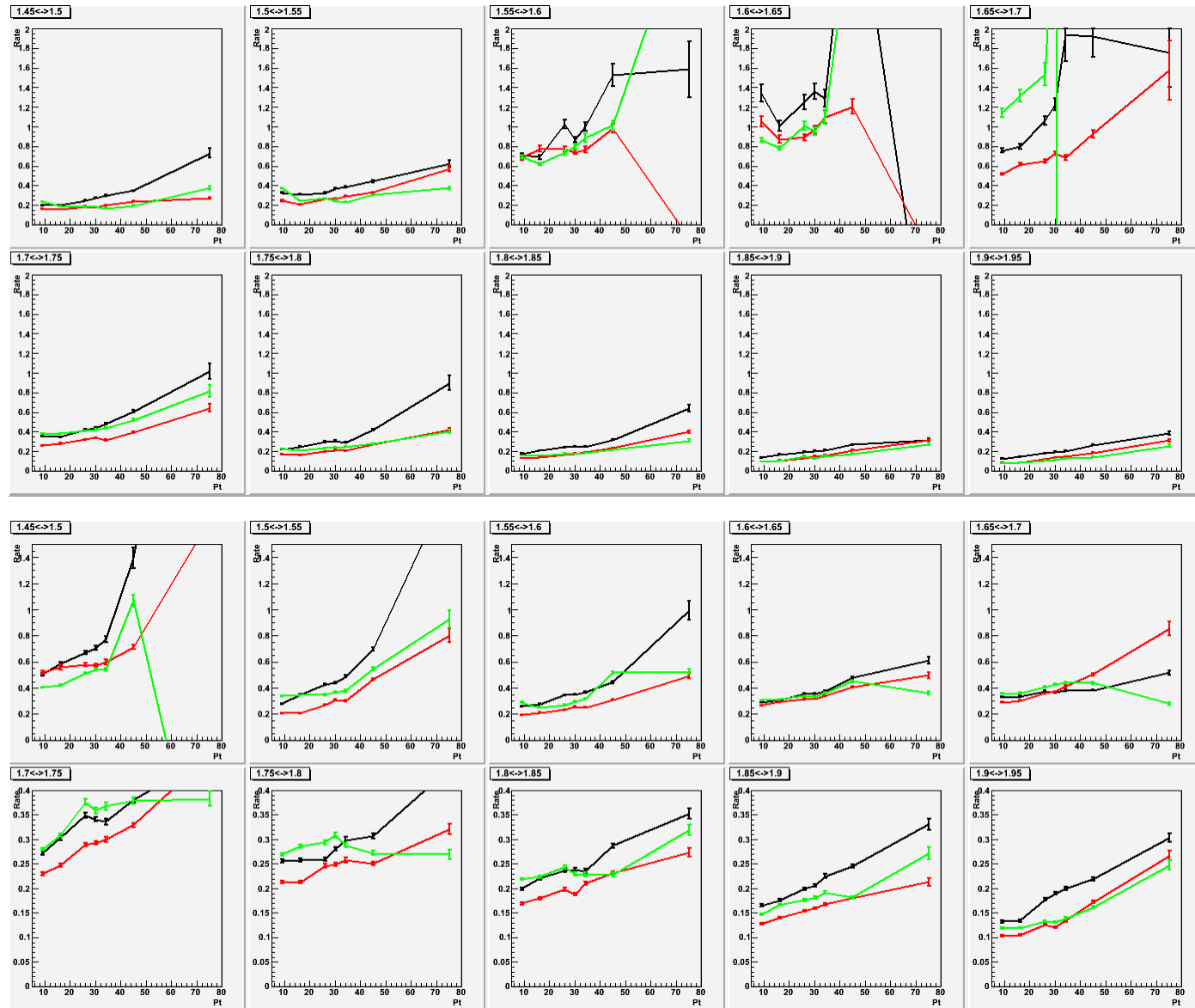
Back Up

σ/mean

small

黒 : α
赤 : β
緑 : Sagitta

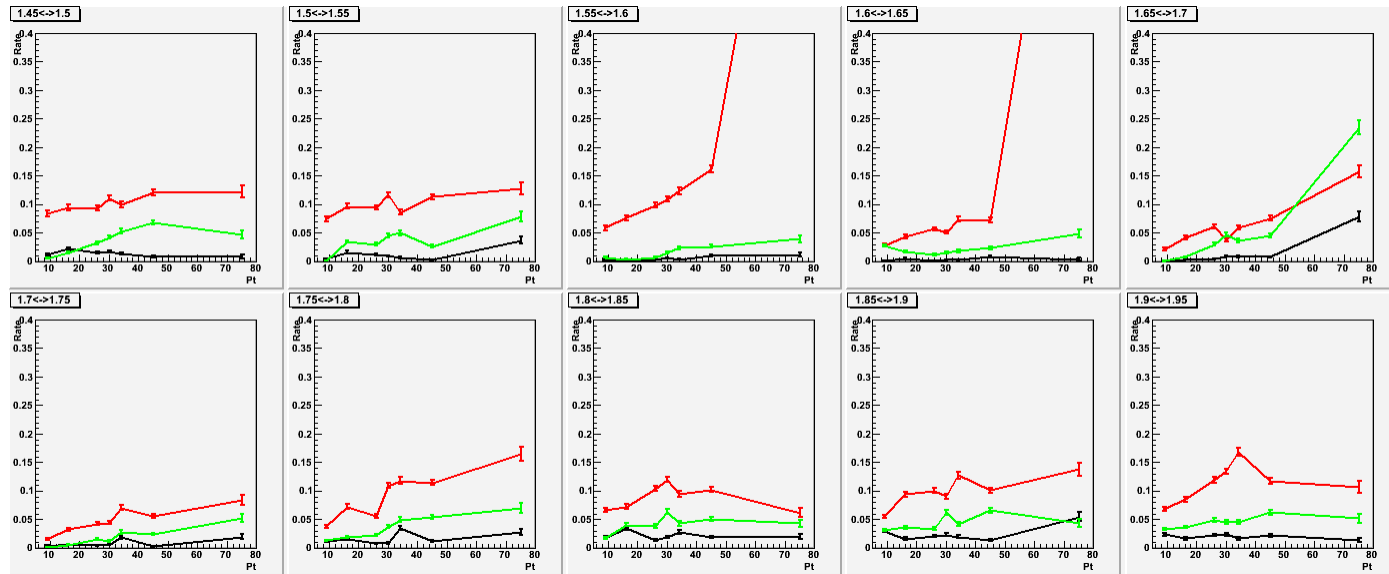
large



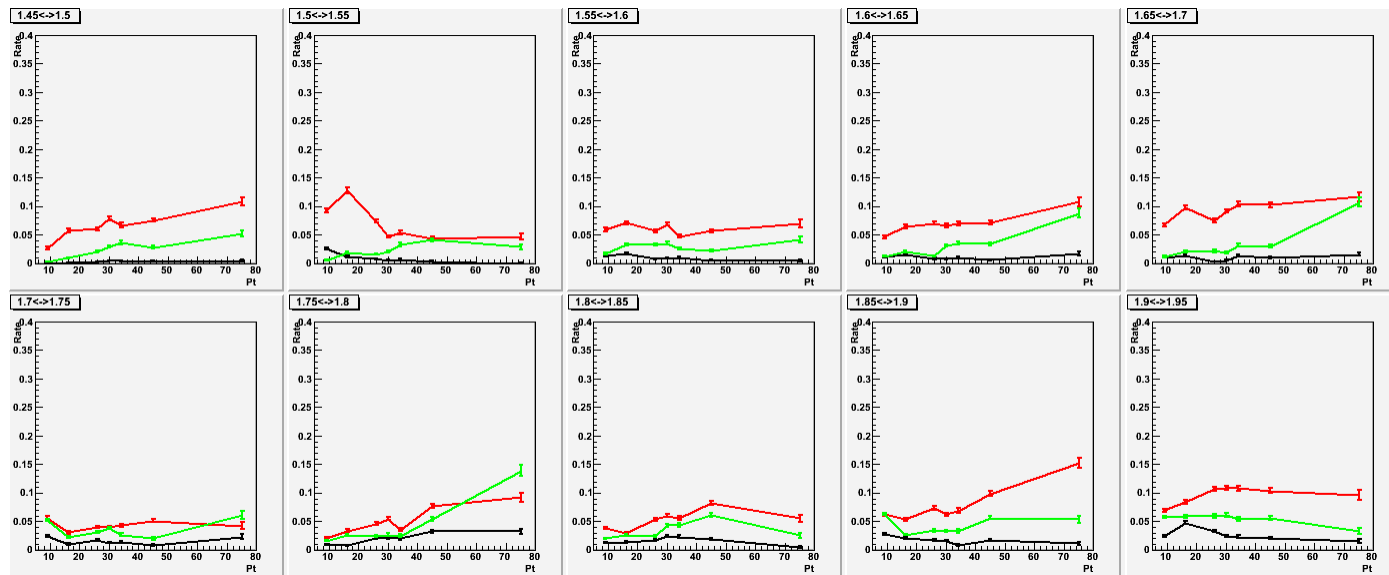
Out Of 3 Sigma

small

黒 : α
 赤 : β
 緑 : Sagitta



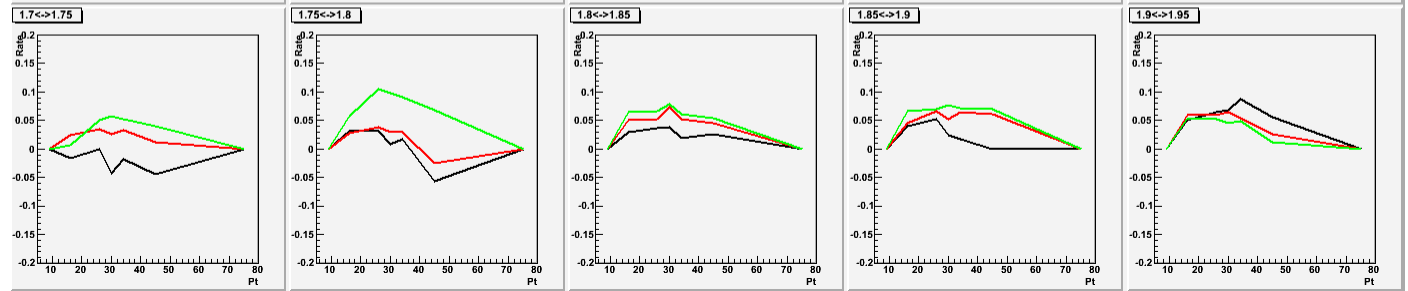
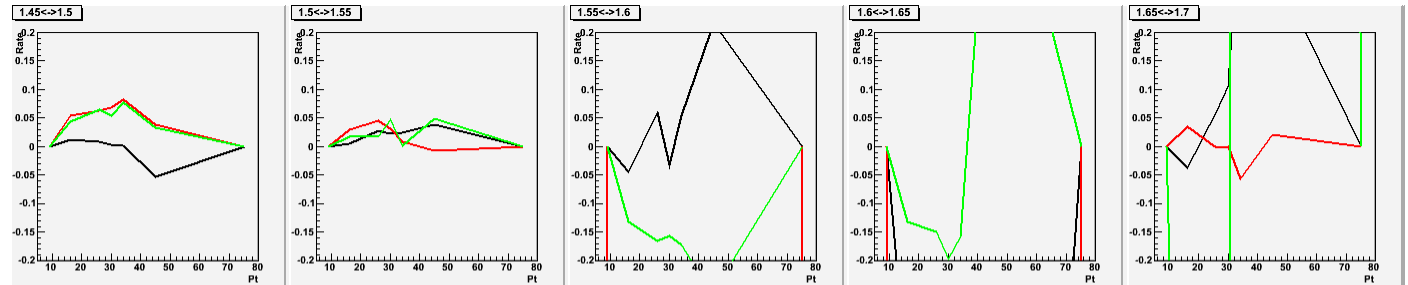
large



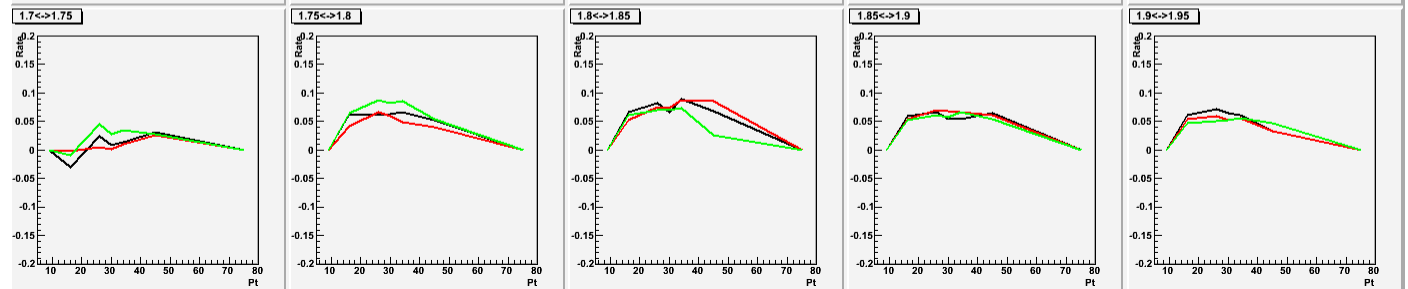
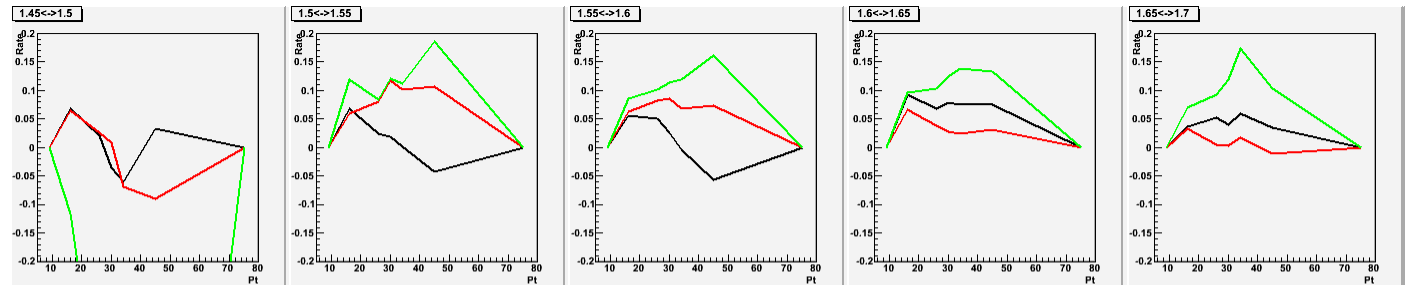
曲り

small

黒 : α
赤 : β
緑 : Sagitta

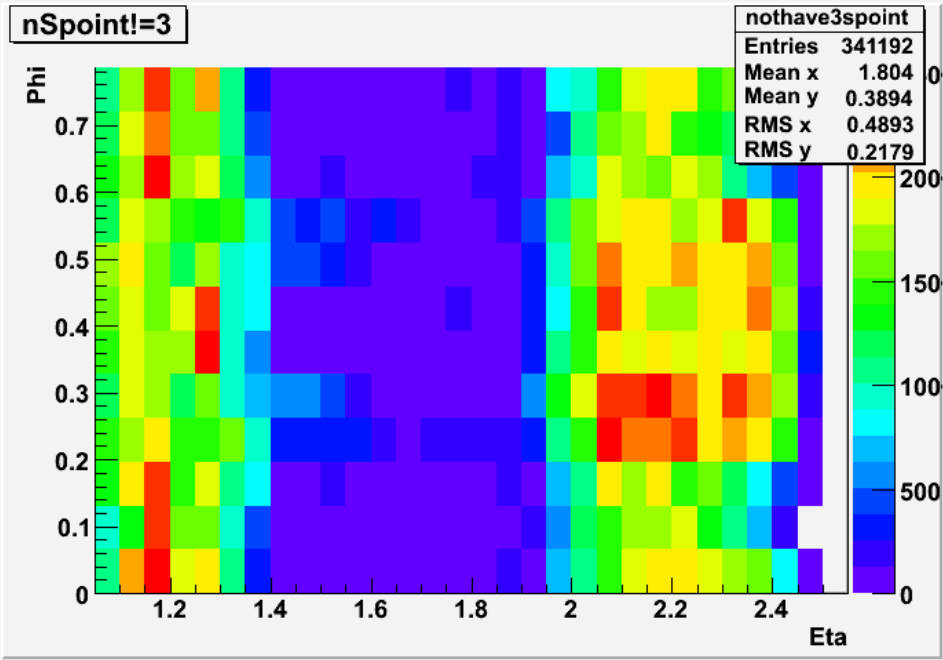
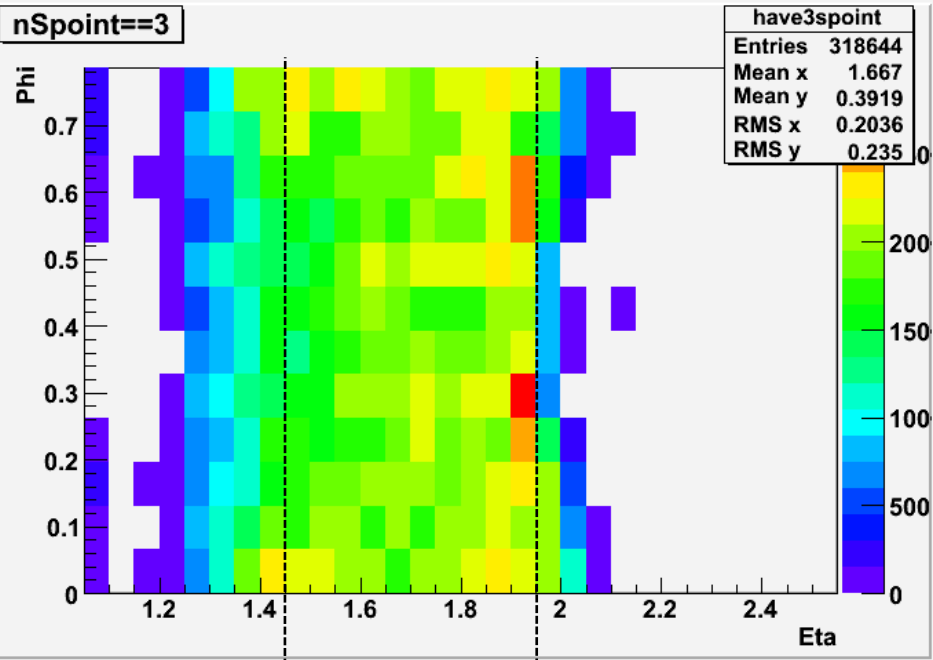


large



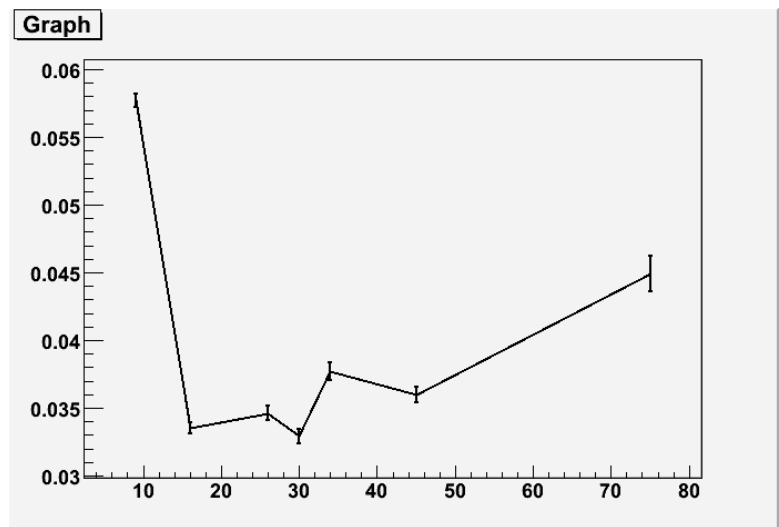
number of super-point == 3

number of super-point != 3



この領域のみで議論
($1.45 \leq \eta \leq 1.95$)

上の領域でSpoint!=3の
Rate

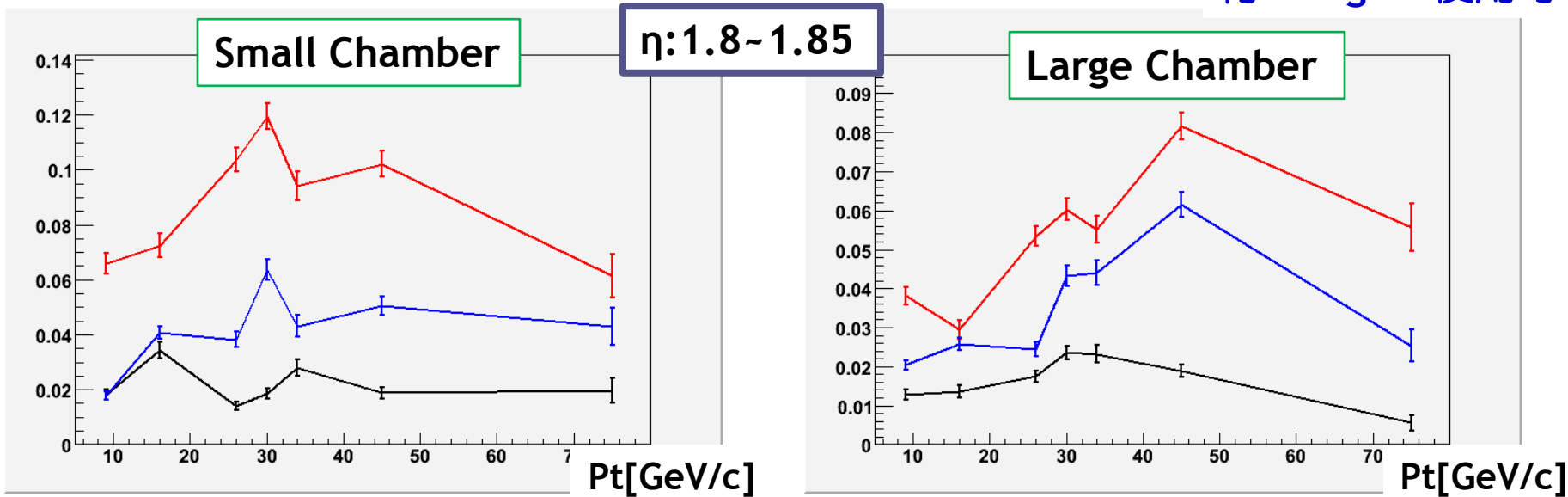


分布時のテール

B→トラックの引き間違えによるテールの懸念

黒： α 使用時
 赤：B使用時
 青：Sagitta使用時

3Sigmaより外に分布してしまうものの割合をプロットしてみる

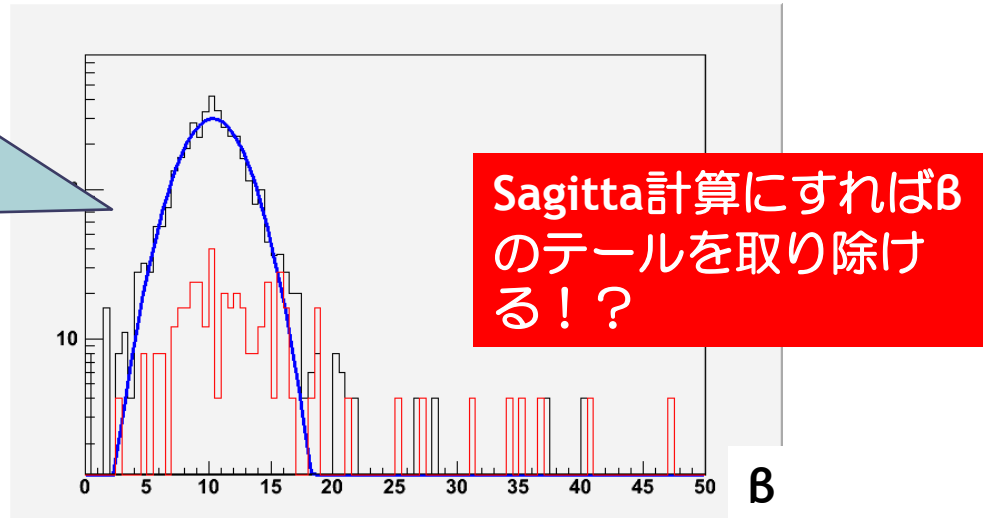


Bが3sigmaより大きくなったものがSagittaではどうなるか

黒：B < 3sigma

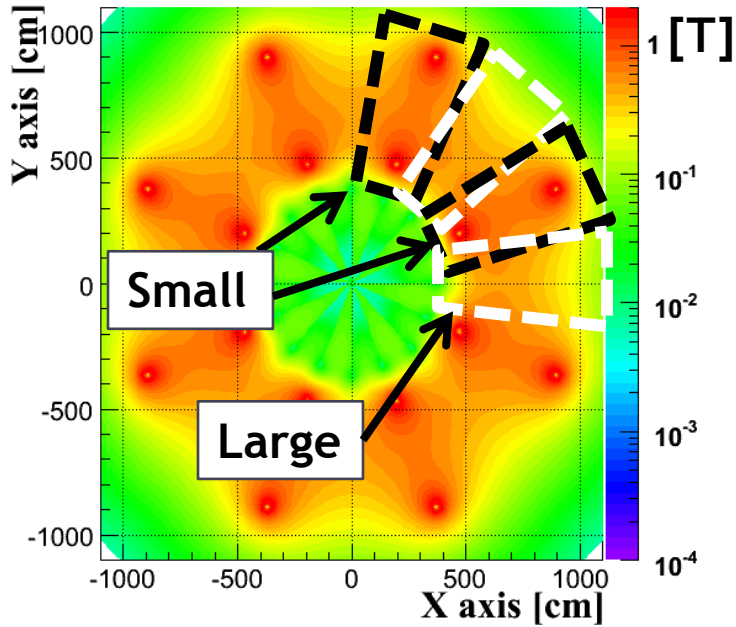
赤：B > 3sigma

青：Sagitta Gaussian Fit



注意

Inner Layerにおける磁場



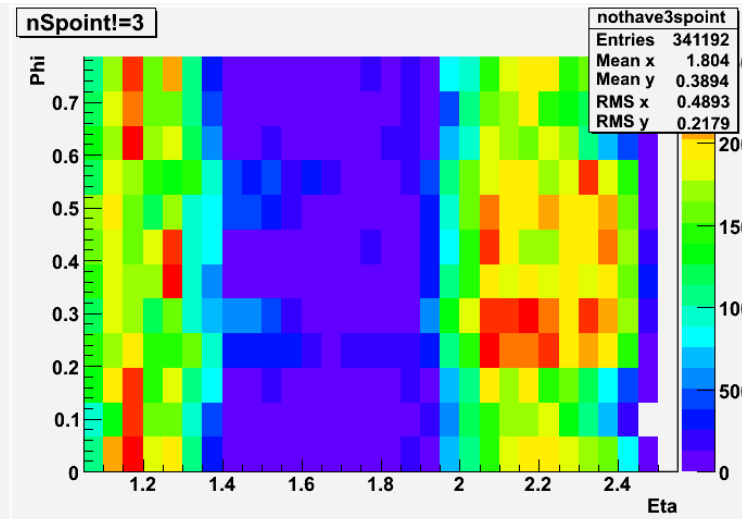
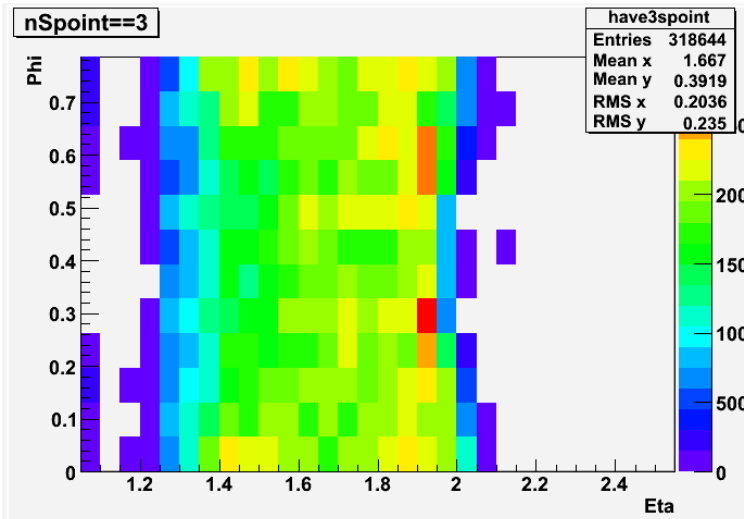
EndCap部分のDirft ChamberにはSmall ChamberとLarge Chamberというものがあり交互に配置されている
→磁場が異なる



SmallとLargeの領域で分けて考える必要がある

3LayerでHitがないとき

3LayerでHitがあるとき



Resolution Eta: 1.45~1.95

