

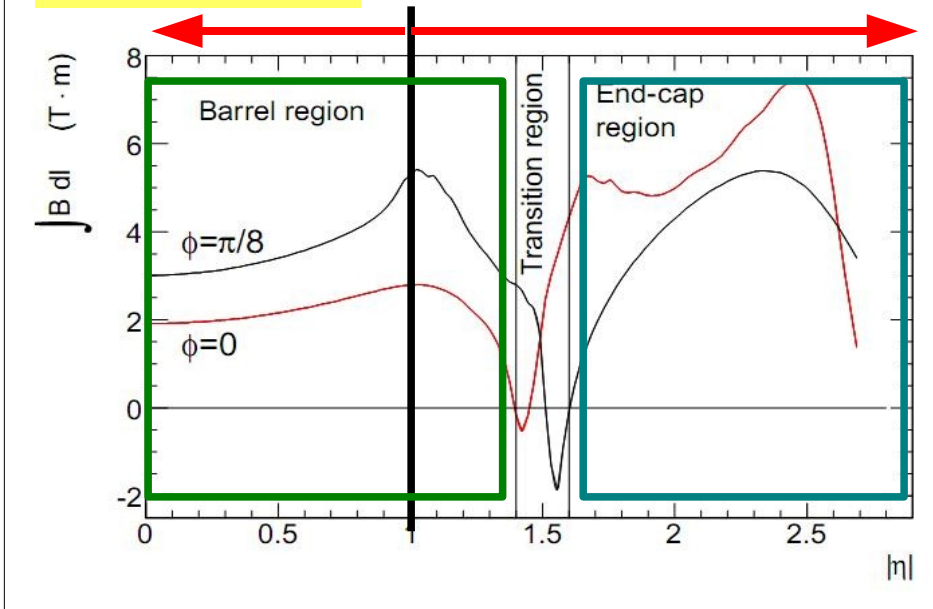
# ATLASレベル2ミューオントリガーアルゴリズムへの カルマンフィルターの組み込み

大町千尋、蔵重久弥、山崎祐司、石川明正、徳宿克夫<sup>A</sup>  
長野邦浩<sup>A</sup>、小曾根健嗣<sup>A</sup>、河野能知<sup>B</sup>、道前武<sup>C</sup>、奥山豊信<sup>C</sup>  
神戸大、高工研<sup>A</sup>、CERN<sup>B</sup>、東大理<sup>C</sup>

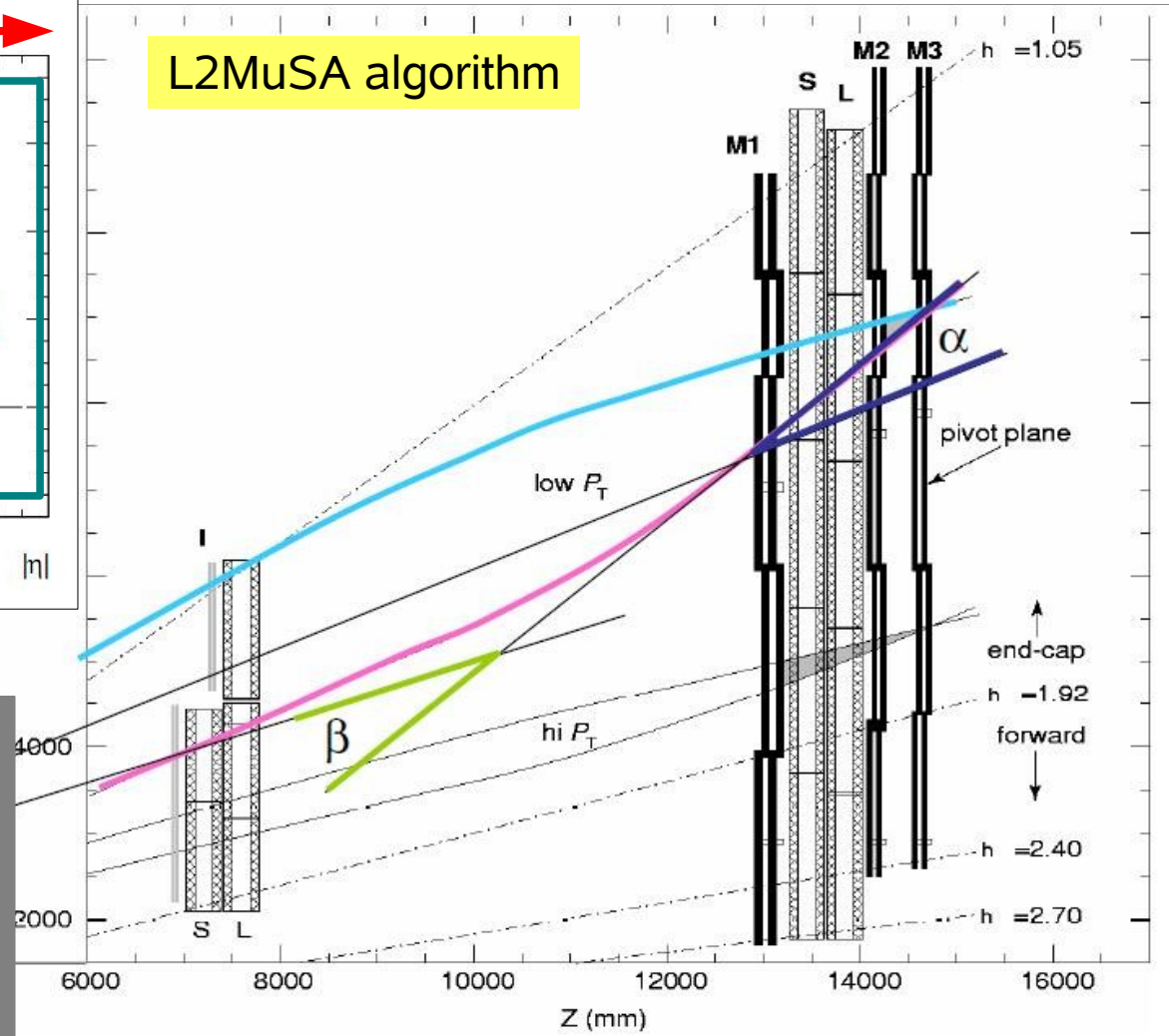
# エンドキャップミュオンシステムにおける積分磁場

エンドキャップミュオンシステムにはバレルトロイドとエンドキャップトロイドによる磁場が交錯し、複雑な磁場を作ってしまう領域が存在する。そのような領域ではpT分解能が悪くなってしまい、閾値以下の粒子もトリガーされてしまう。

## 積分磁場強度



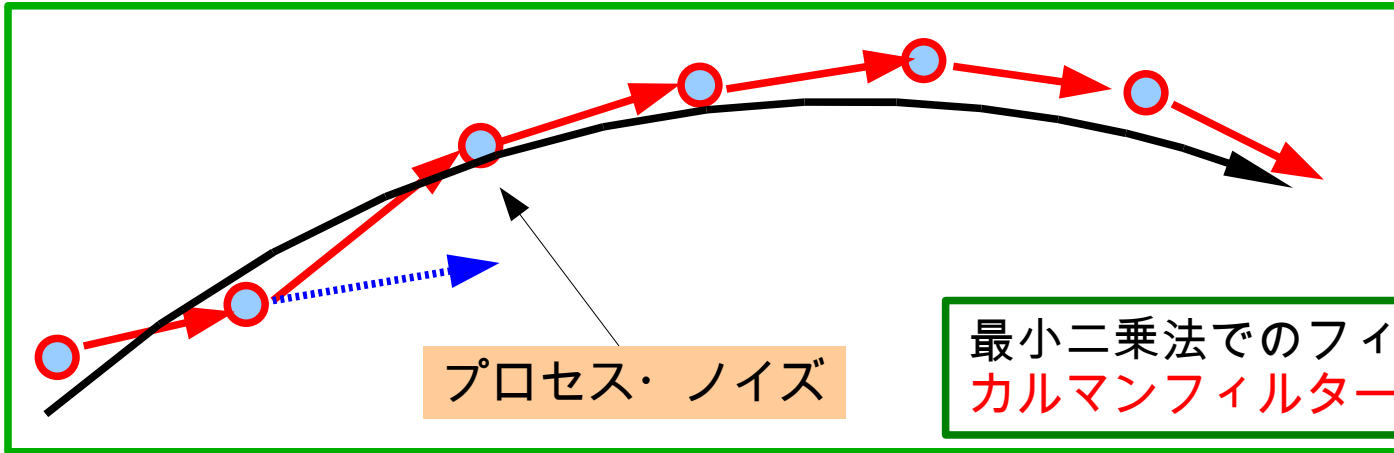
## L2MuSA algorithm



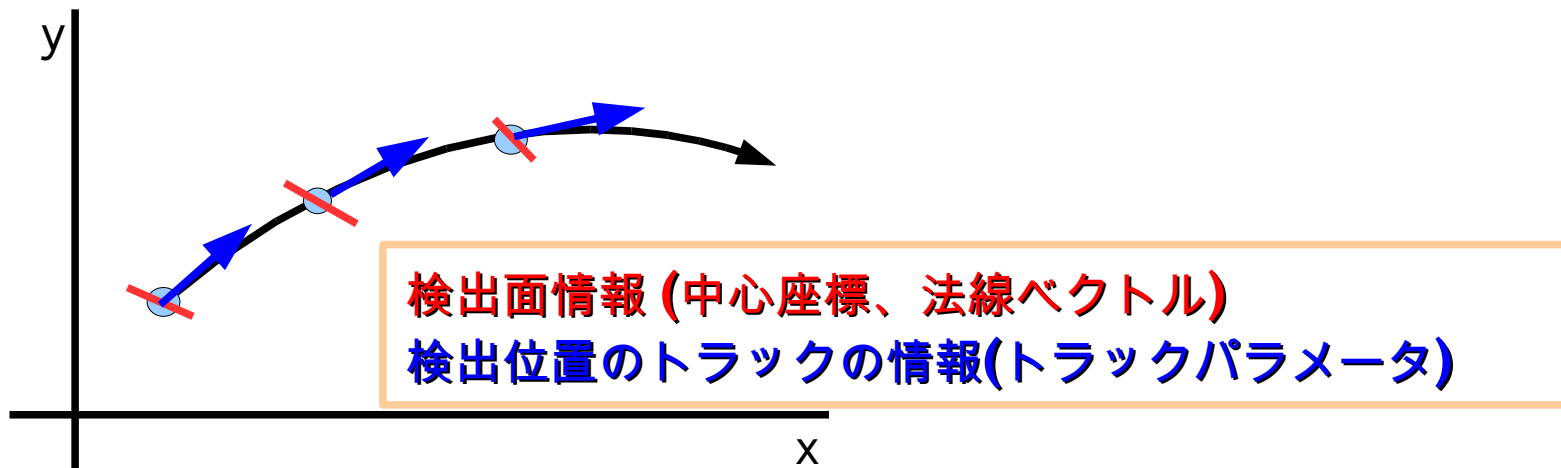
トラックモデル(カルマンフィルタ)によるトラッキングを導入することで分解能の改善を目標とする。また、トラックモデルの導入により内部飛跡検出器との組み合わせによる改善を考えている。

# カルマンフィルターアルゴリズム

各測定点においてトラックの持つパラメータ(位置情報、方向、運動量)を再計算し、測定点におけるパラメータを補正することができる

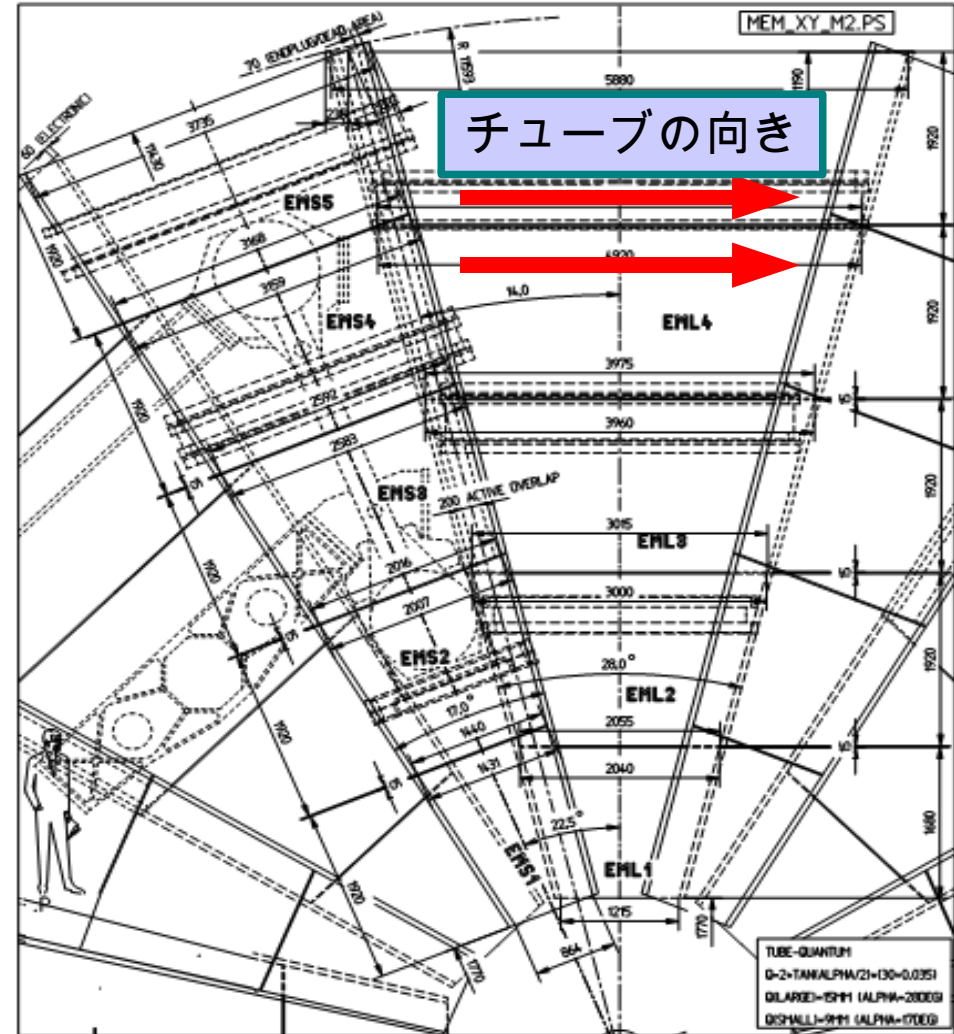
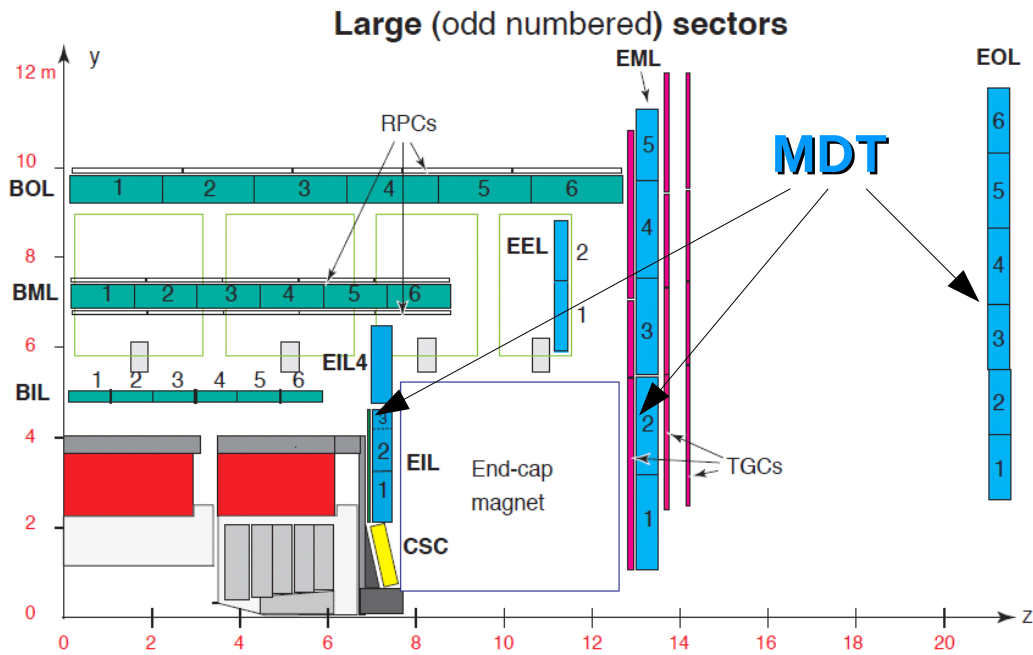
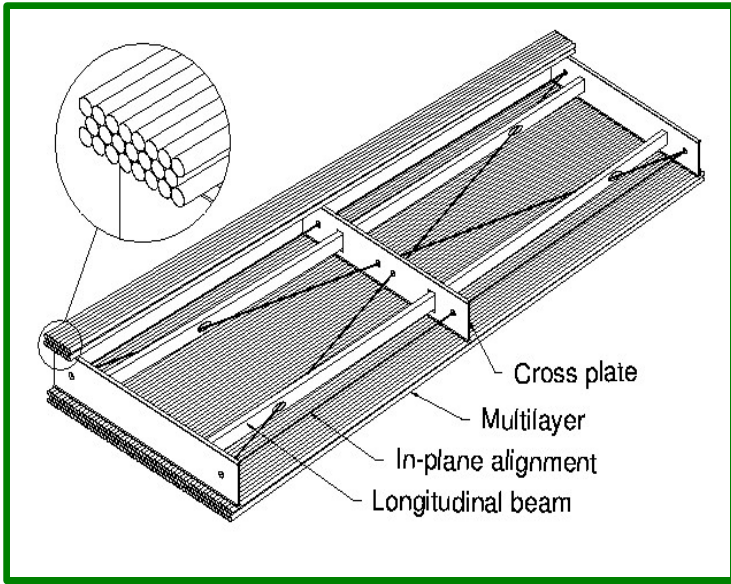


多重クーロン散乱やエネルギー損失などのプロセス・ノイズに強く  
ATLAS実験では内部飛跡検出器におけるレベル2トリガーのトラッキングに用いられている



これらの情報を用いてトラックをフィットしていく

# エンドキャップ領域におけるMDTの配置

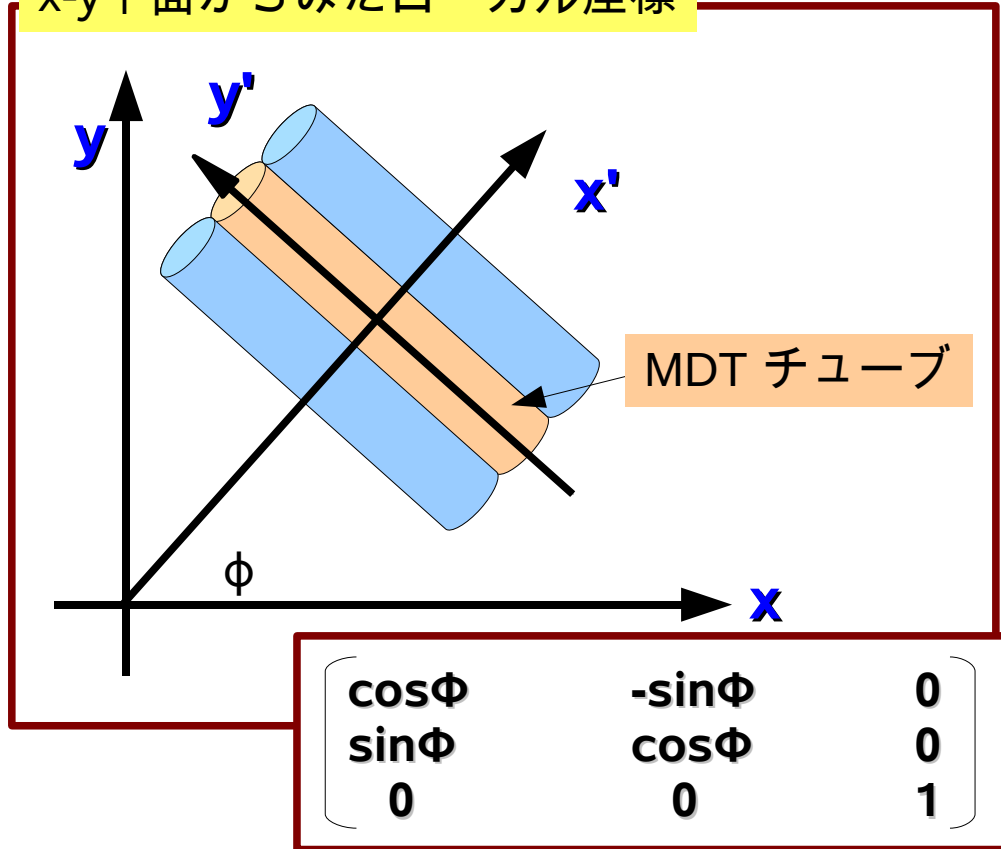


MDTチェンバーは  
R方向のみに分解能をもつ(~100 $\mu$ m)

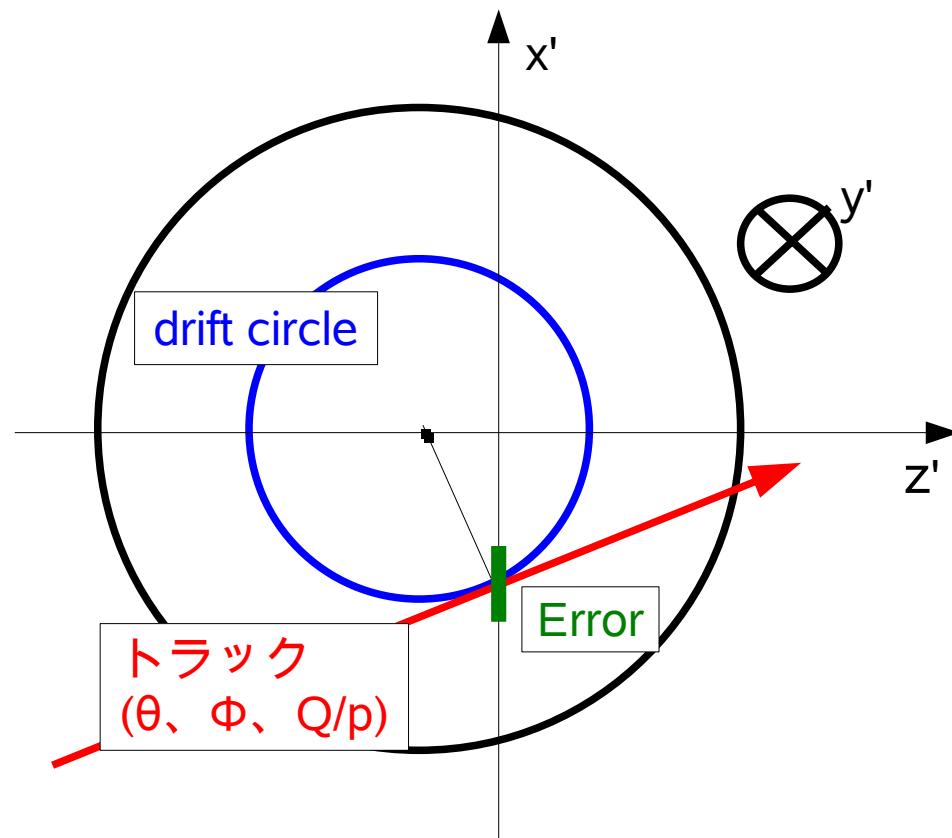
# 検出器の面情報とトラックパラメータ

トラックパラメータは(ローカル座標  $x, y$  トラック情報  $\theta, \phi, Q/p$ ) から構成される  
ローカル座標は各検出面における位置情報

x-y平面からみたローカル座標



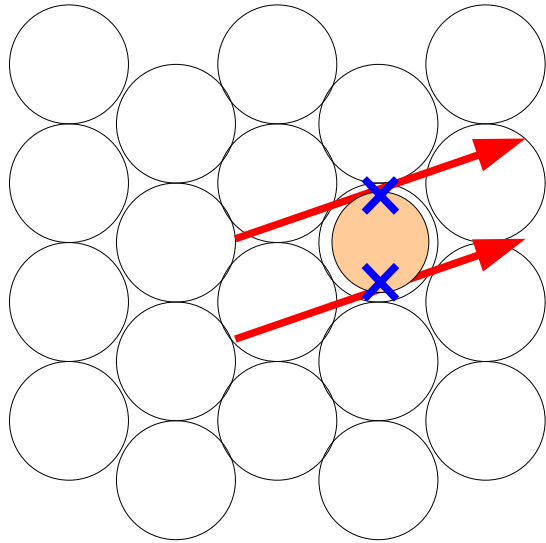
R-Z平面からみたローカル座標



Endcapミューオンシステムにおけるローカル座標系

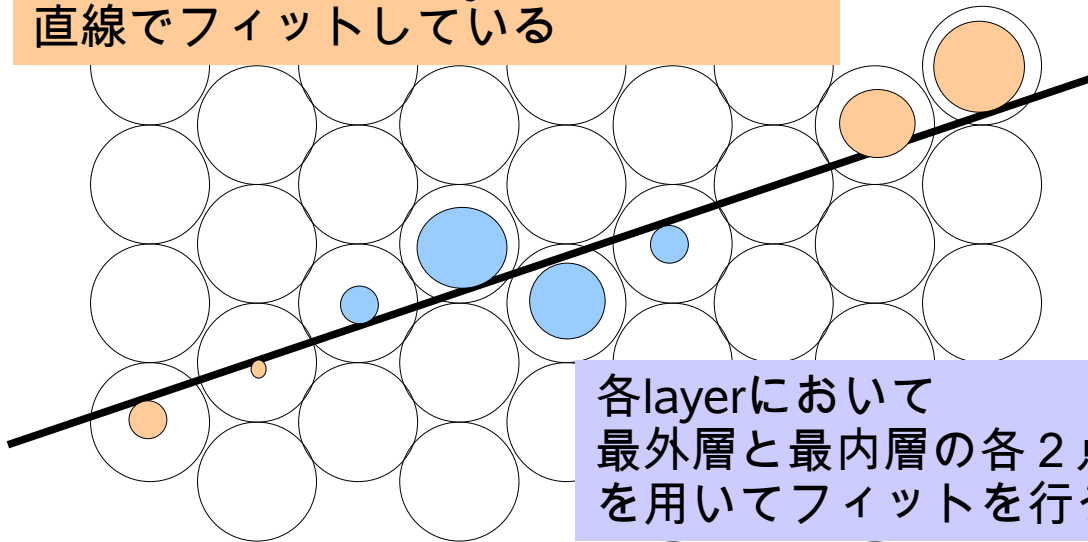
チューブの中心を検出面の中心として  
 $x'$ : global座標におけるR方向  
 $y'$ : チューブ方向  
 $z'$ : ビーム軸に平行( $z$ と同じ)

# MDTにおけるL/Rの問題



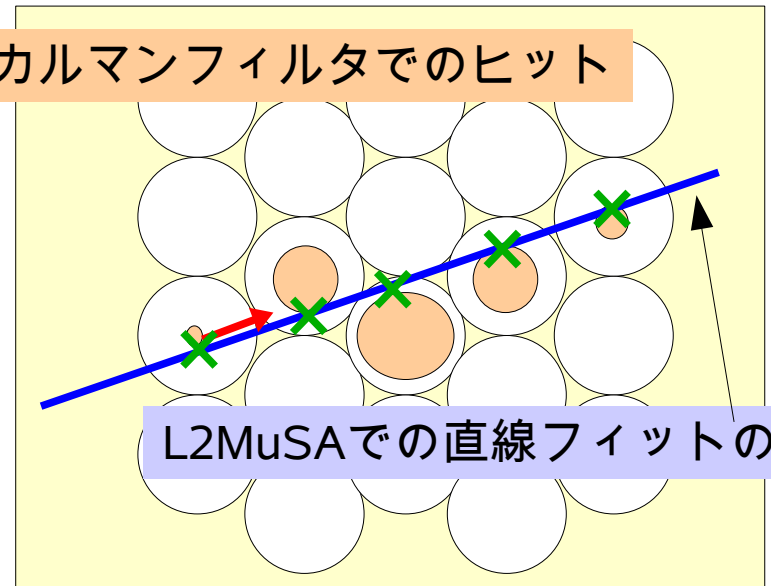
時間的制約によりトラックを伸ばす際にチューブのL/Rどちらを通ったかが問題になる

L2MuSAではMDT layer内のヒットを直線でフィットしている



各layerにおいて最外層と最内層の各2点を用いてフィットを行う

カルマンフィルタでのヒット



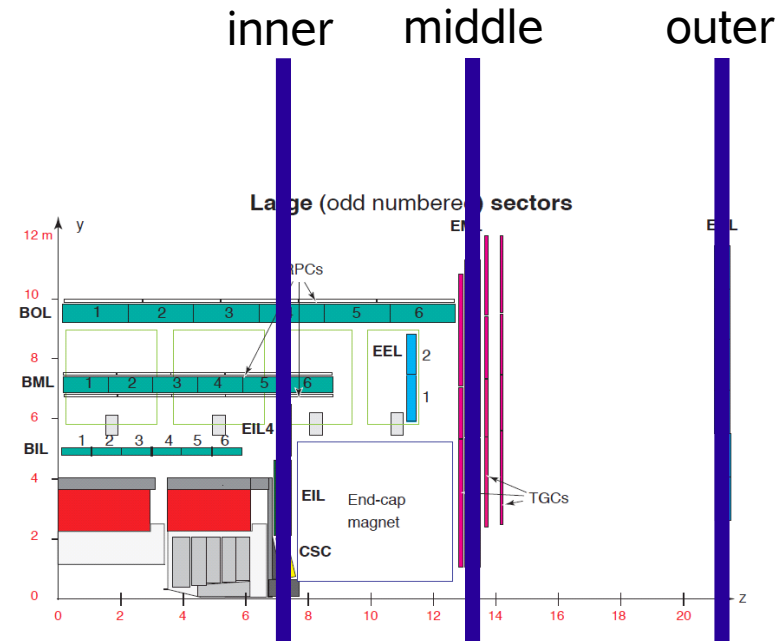
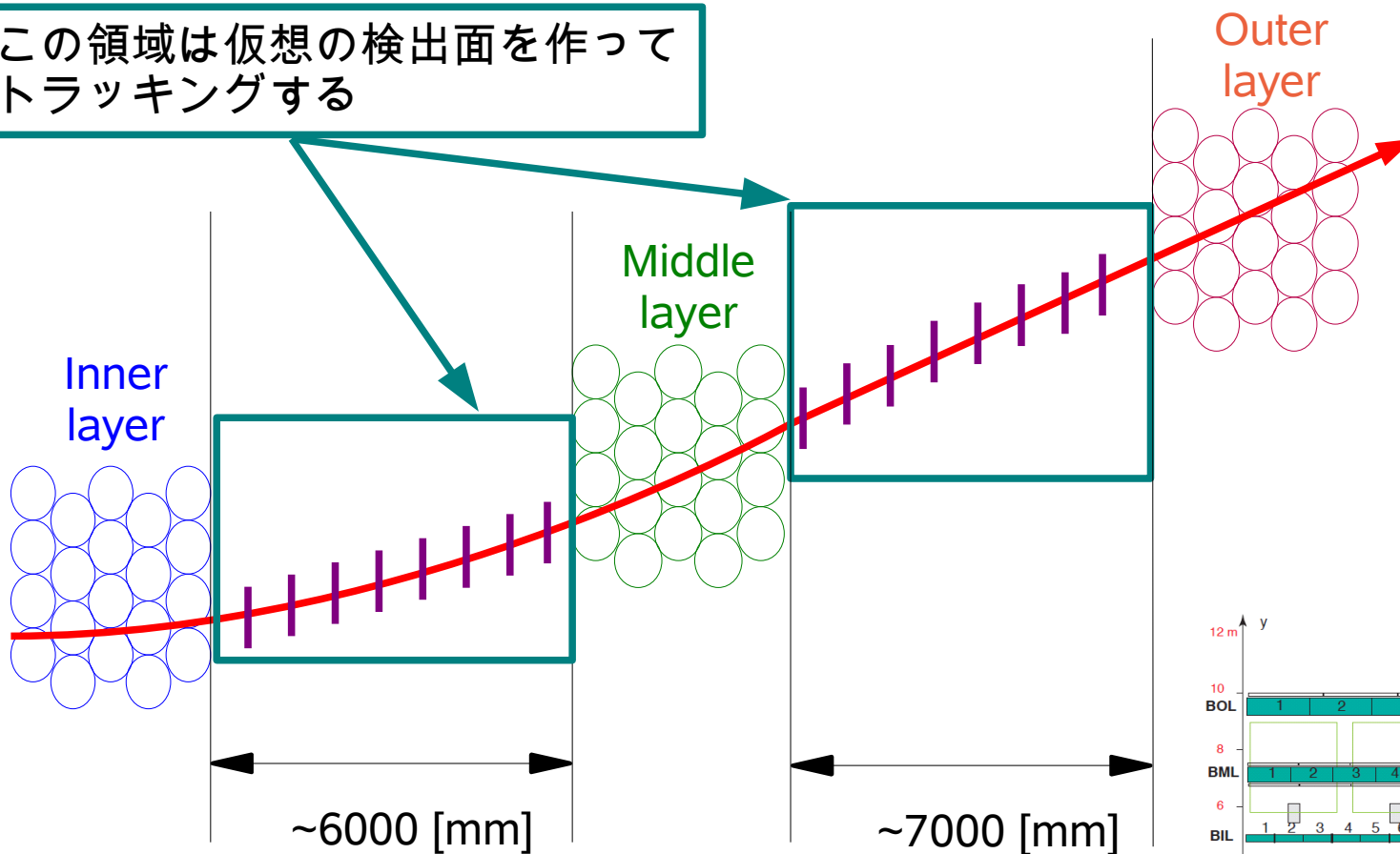
L2MuSAでの直線フィットの結果

チューブのL/RについてはL2MuSAで得られた直線フィットの情報を用いて、フィット直線に近い点をヒットとして採用した

# 検出面の無い領域

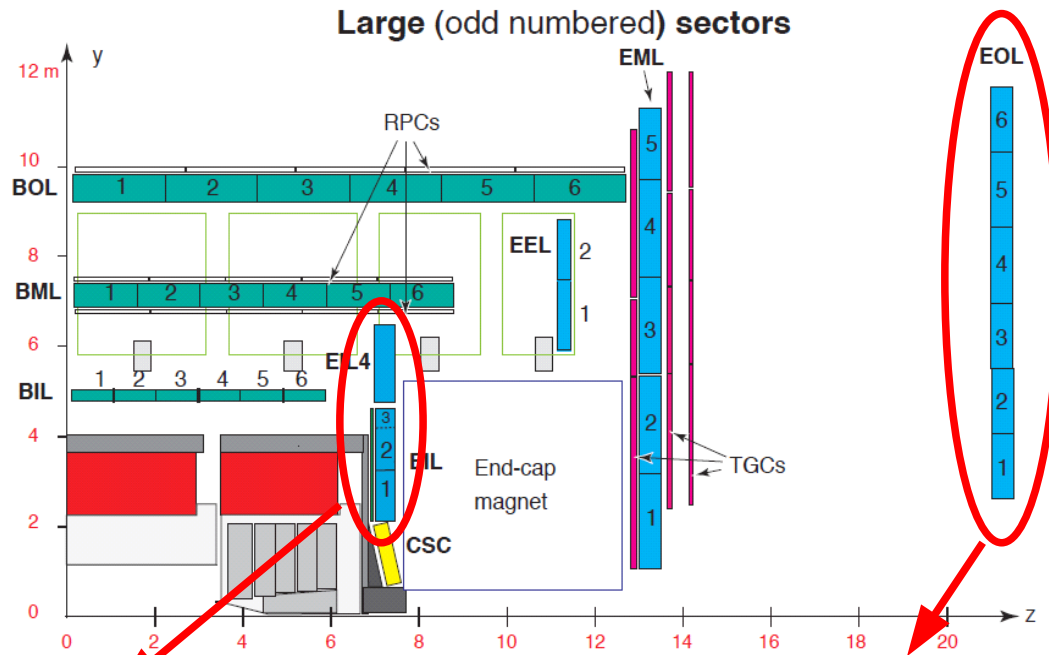
MDTのinner layer ~ middle layer 及び  
middle layer ~ outer layer には検出器が存在しない  
この領域では仮想の検出面を置くことでトラックを伸ばす

この領域は仮想の検出面を作って  
トラッキングする

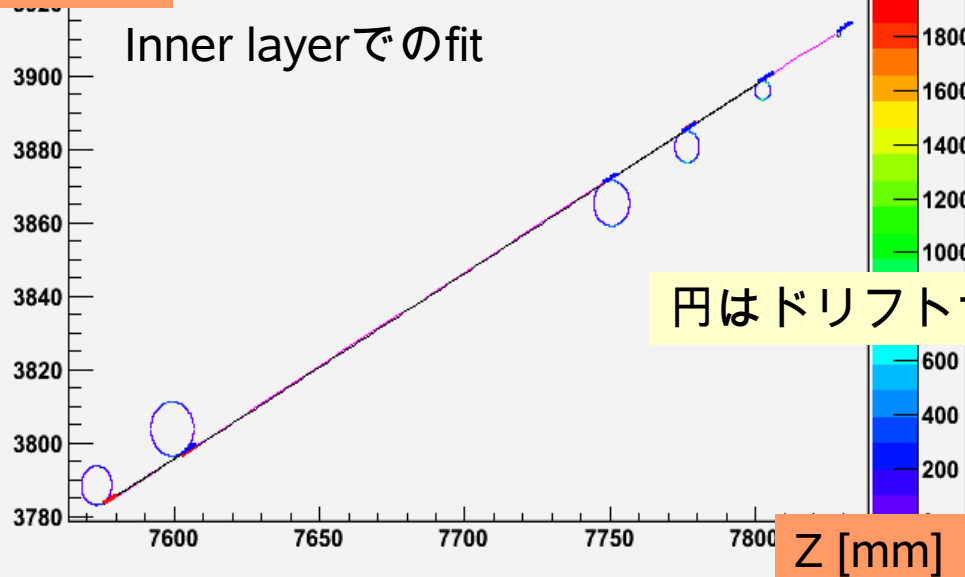


# イベント一例

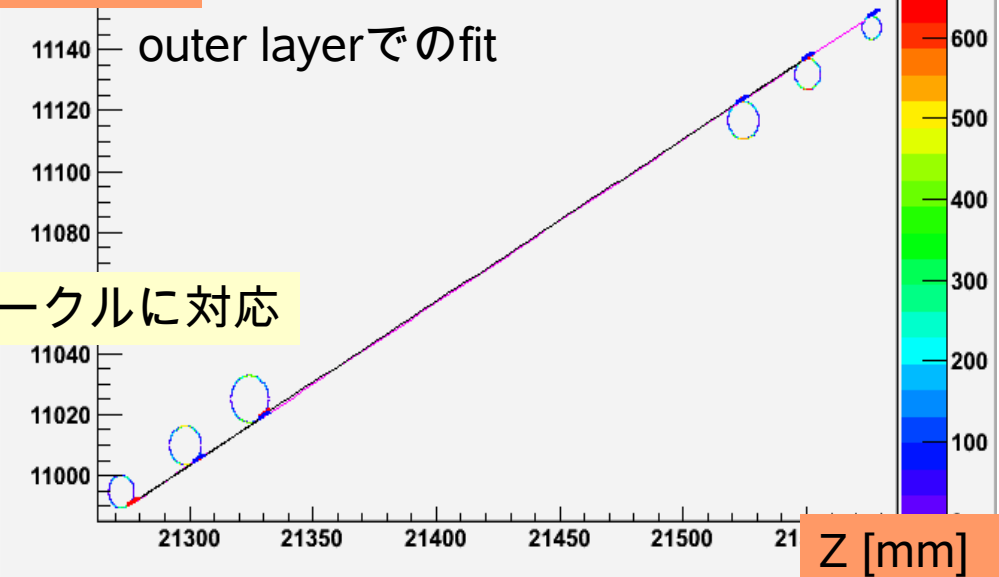
pT=16GeVのミュオンに対するフィットの例



R [mm]

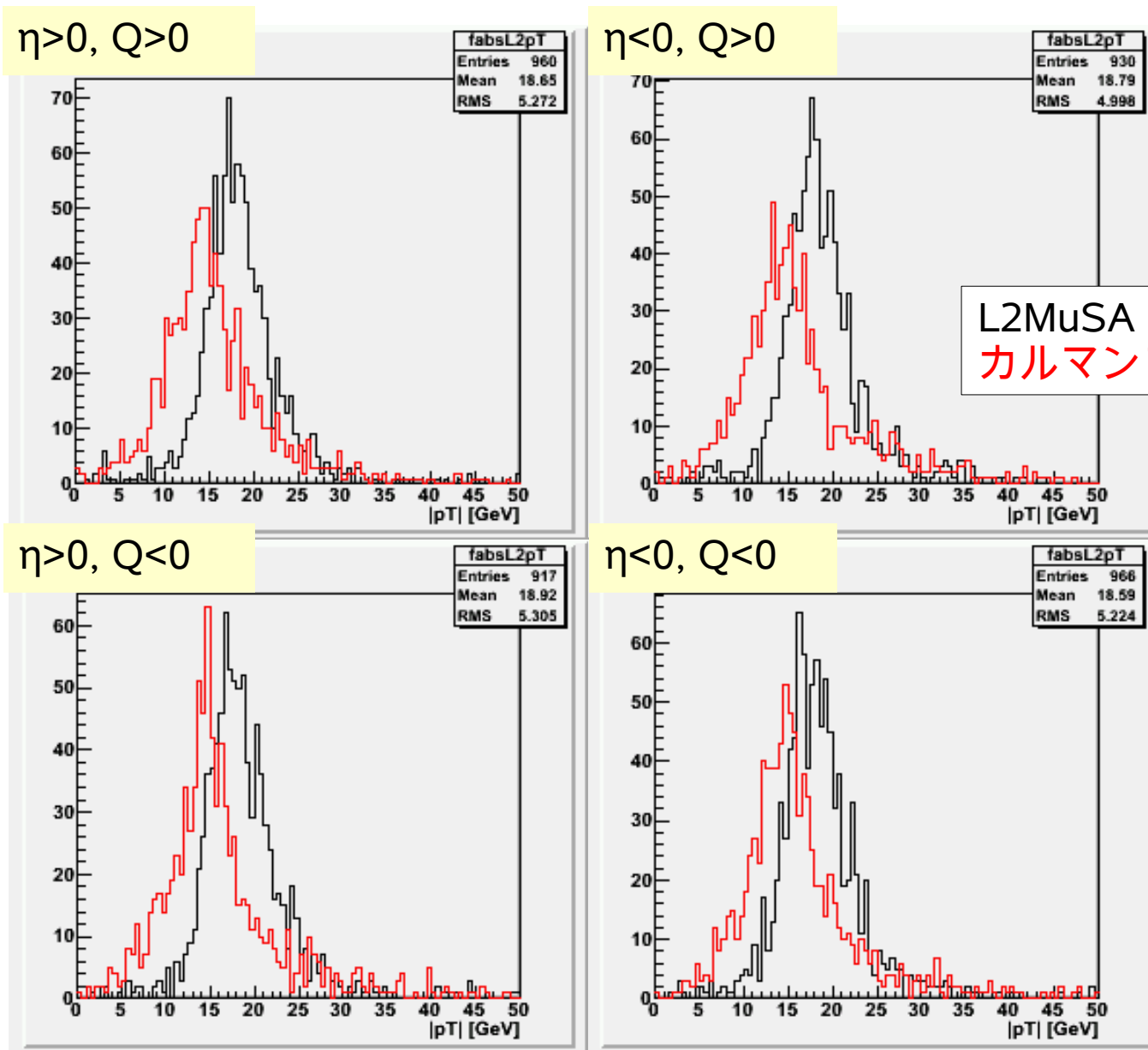


R [mm]



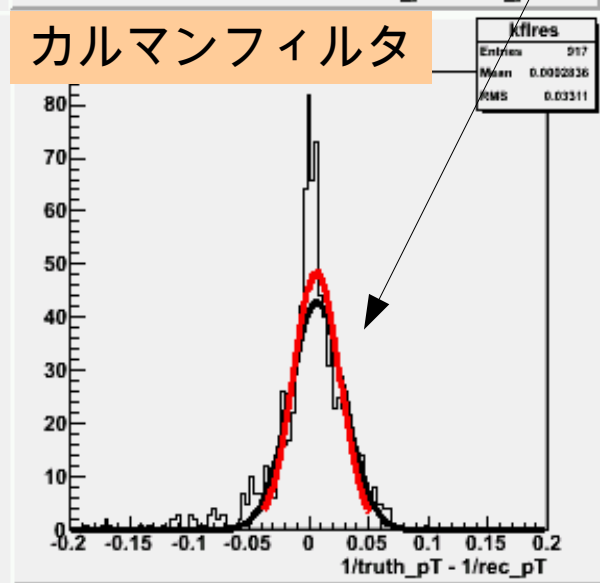
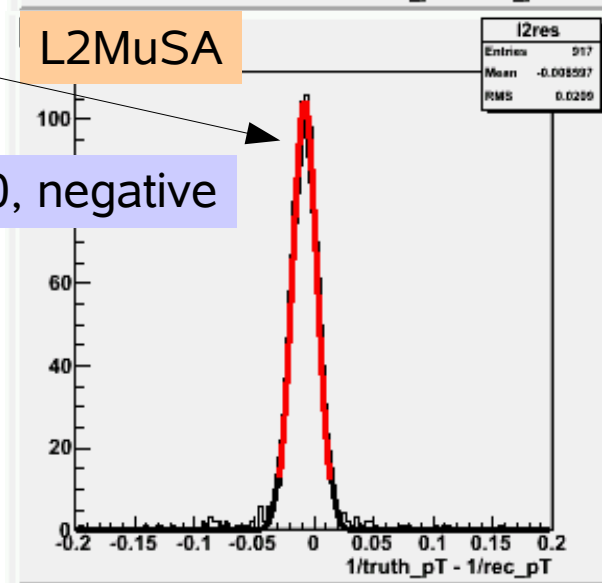
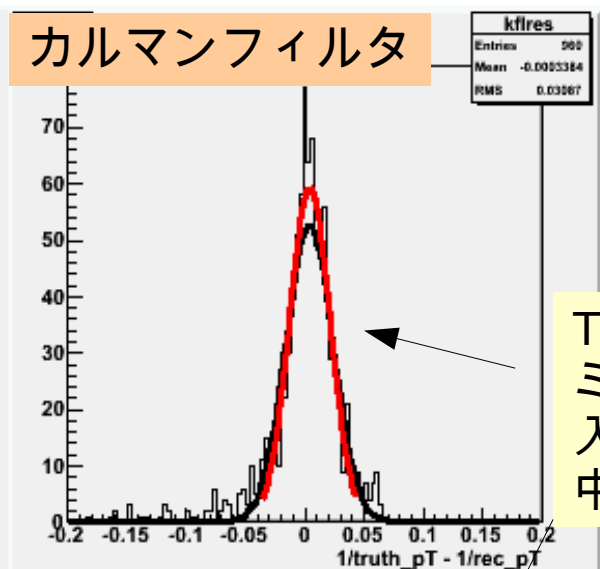
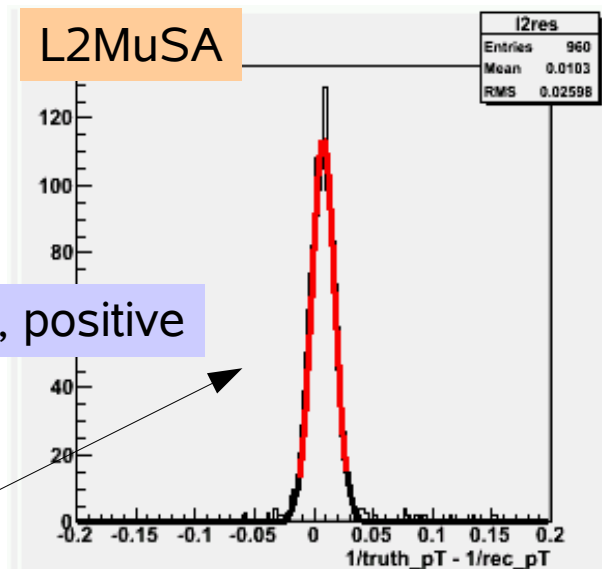


# L2MuSAとのpT分布の比較



$p_T$ の分布に関しては  $\eta$ 、電荷に依存性は見えない  
中心値がずれているのはカロリメータでのエネルギー損失分と考えられる

# pT分解能



- pT分解能はL2MuSAより悪くなってしまう
- pT分解能の電荷依存性についてはカルマンフィルタを適用することで改善出来た

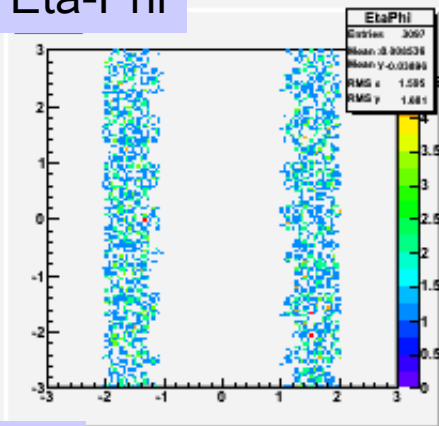
## まとめ

L2MuSAにカルマンフィルターアルゴリズムを組み込んだ運動量分解能についてはL2MuSAよりも悪くなっているが、電荷依存性の影響は受けていない

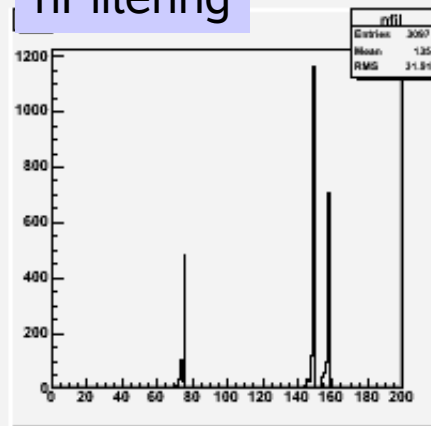
## 今後

分解能が悪くなる原因の一つにエラーの調整が十分になされていない事が考えられ、各エラーの調整を行うことで性能の改善に取り組む  
現在、アルゴリズムが必要とする時間については考慮していないが、レベル2 ミューオントリガー内で使うことができるように調整する

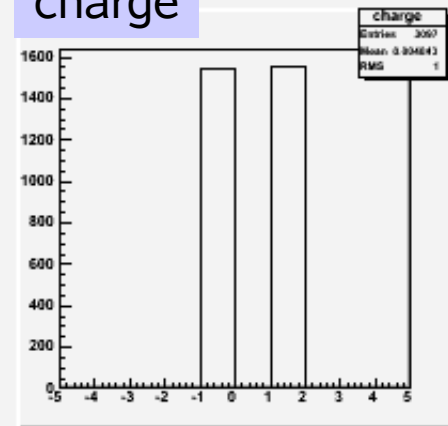
Eta-Phi



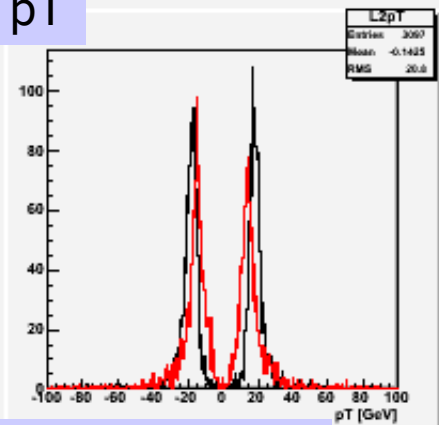
nFiltering



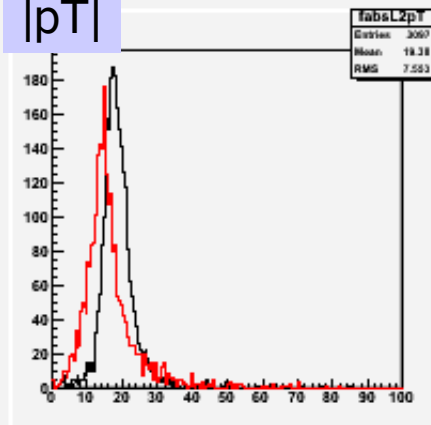
charge



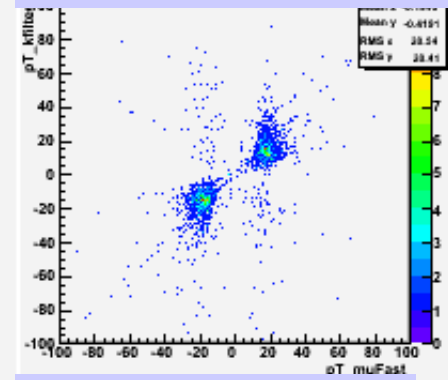
pT



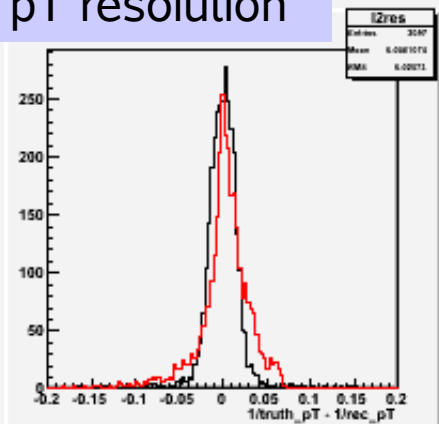
|pT|



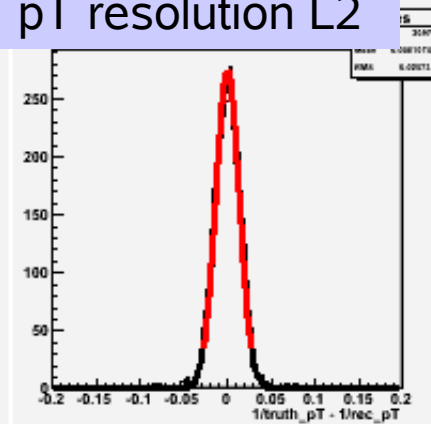
muFast pT-kfilter pT



pT resolution



pT resolution L2



pT resolution kf

