

ATLAS実験における検出器の設置位置の影響 を考慮したレベル1・ミューオン・トリガーの アルゴリズムとその性能評価

神戸大学 理学研究科

渡邊一平

神大理： 藏重久弥 山崎祐司 松下崇 岸本巴 谷和俊

名大理： 若林潤 山内克弥

京代理： 石野雅也

九大理： 織田勸

高エネ研： 佐々木修

他ATLAS日本TGCグループ

日本物理学会 2012年秋季大会

イントロダクション

LHC

陽子陽子衝突型シンクロトロン加速器

周長：27km

ルミノシティ： $7 \times 10^{33} [\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}]$

重心系エネルギー：

7TeV (2011) → 8TeV (2012)

ATLAS detector

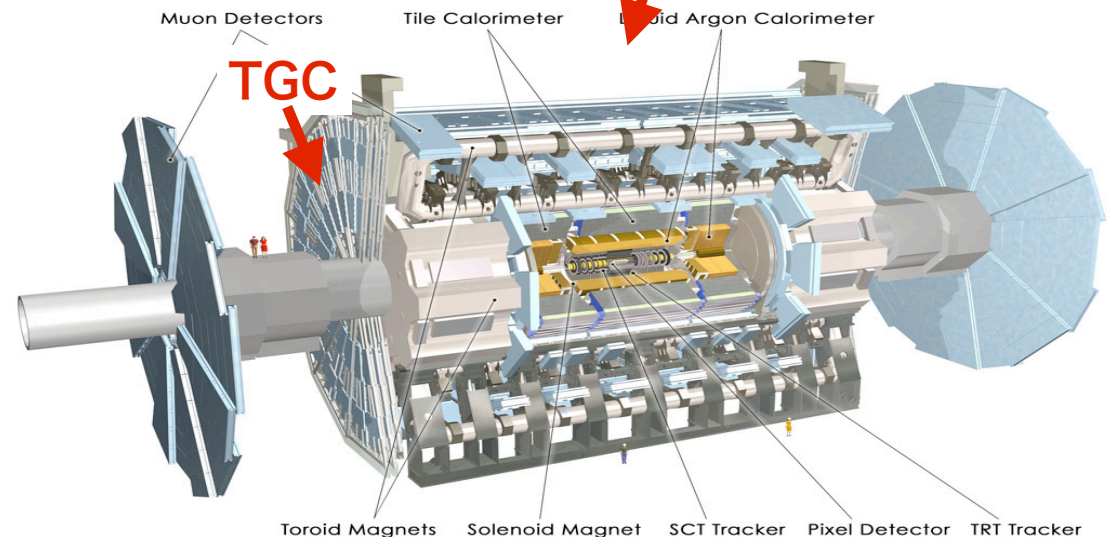
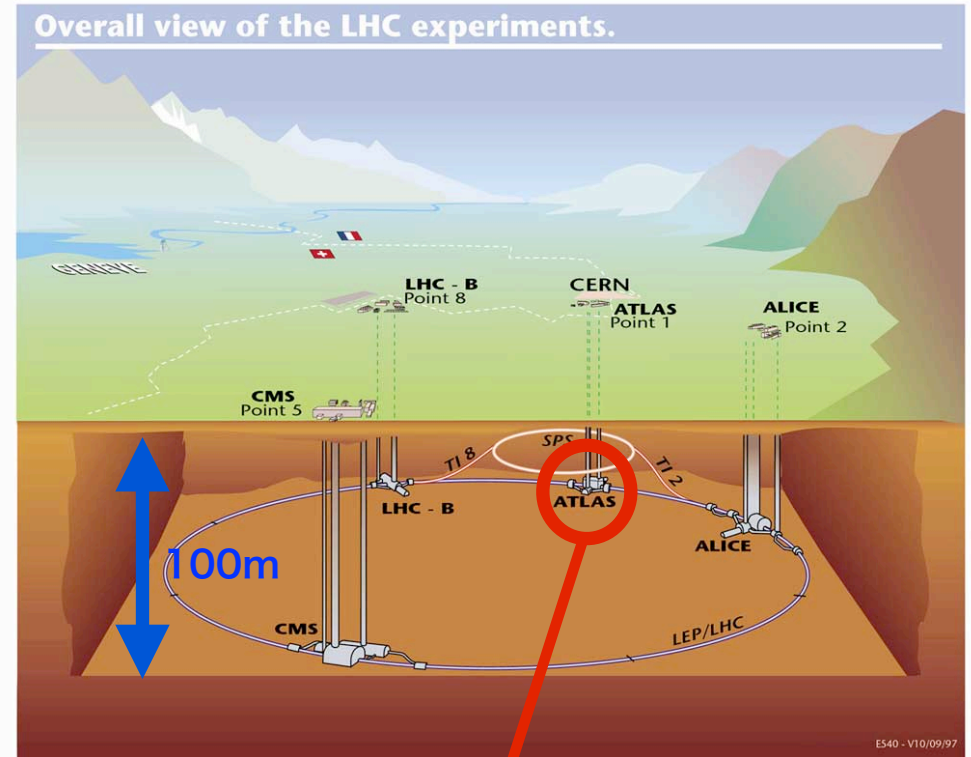
大型汎用粒子検出器

総重量：7000[t]

全長：44[m]

高さ：22[m]

- トラッカー (PIXEL、SCT、TRT)
- カロリメータ (EM、Hadron)
- ミューオンスペクトロメータ (MDT、CSC、RPC、TGC)



ATLAS 検出器

座標系

z : ビーム軸方向

y : 地面と垂直方向

x : 地面と水平方向(リング内向き)

Hit情報の定義

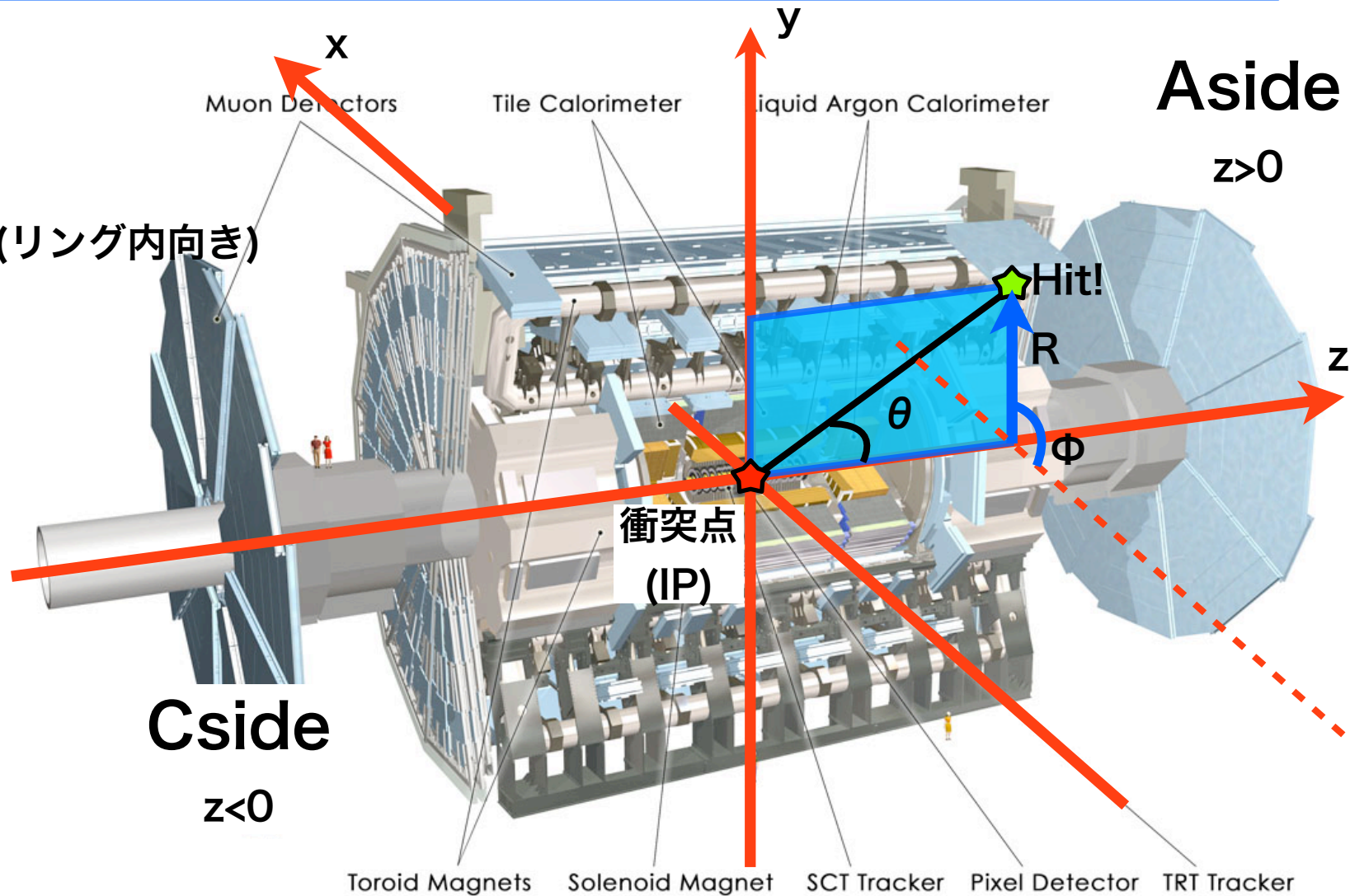
θ : 仰角

Φ : 方位角方向

R : Z軸からの距離

Pesudo rapidity
(擬ラピディティ)

$$\eta = -\ln(\tan(\theta/2))$$



Endcap: $1.05 < |\eta| \leq 1.9$

Forward : $1.9 < |\eta| \leq 2.4$

横方向運動量(p_T) : x-y平面の運動量

Thin Gap Chamber (TGC)

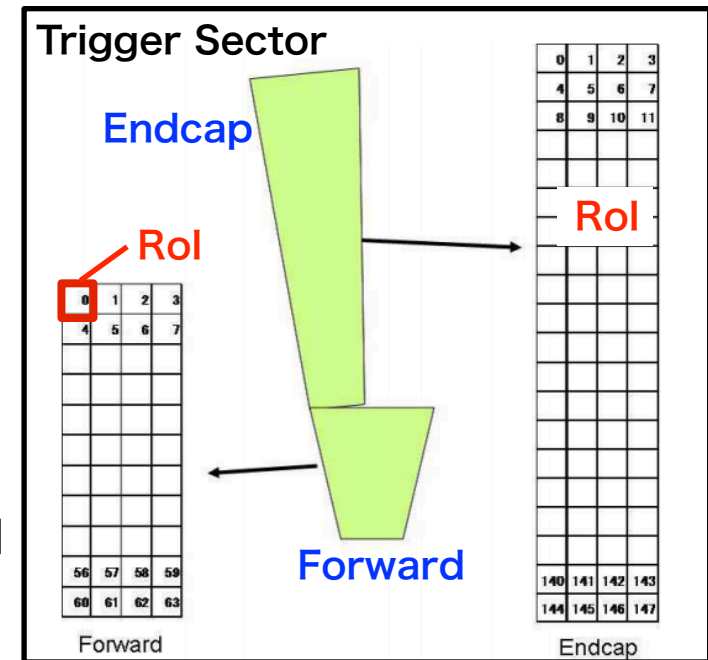
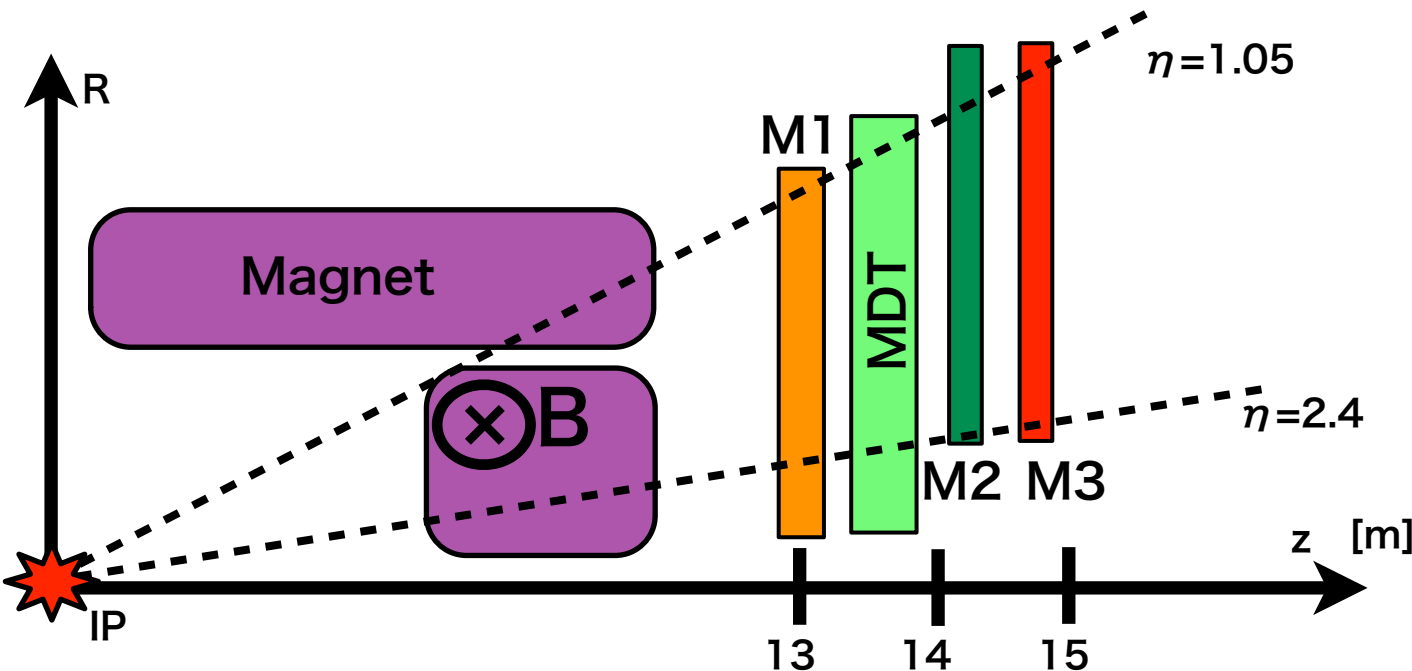
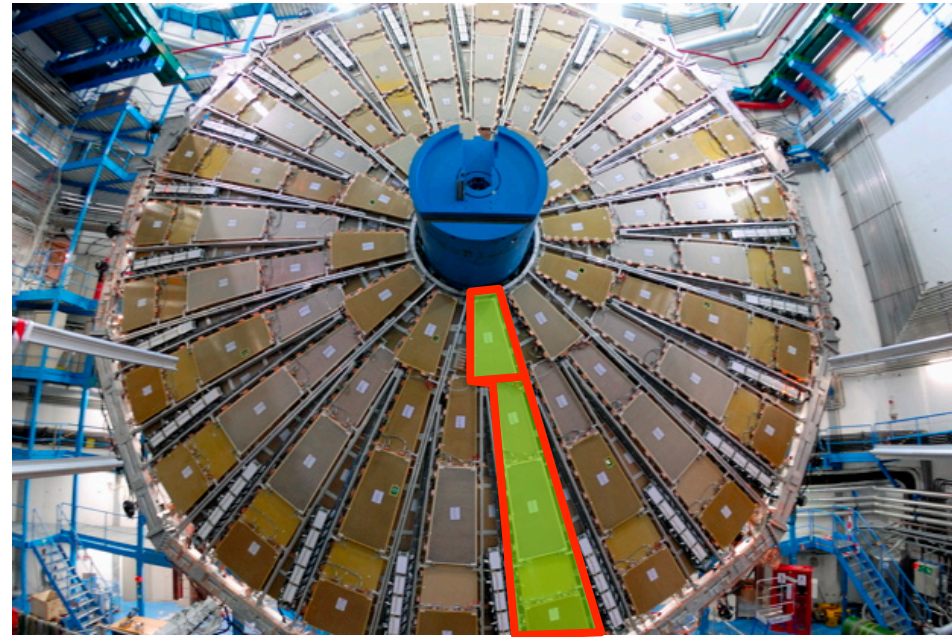
ミューオン トリガー用ガスチェンバー。
 二次元読み出し : **wire**(R方向)、**strip**(Φ 方向)
 ATLAS検出器の両端に **3 station** ずつ設置。
 チェンバー : R方向**5、6枚** Φ 方向**24 or 48枚**

Trigger Sector :

トリガー処理の単位(チェンバー数枚に対応)

RoI : トリガー処理の最小単位(位置情報)

Endcap:148 Forward:64



トリガーシステム

ATLAS検出器で観測された全てのデータを保存する事は不可能。

→ 三段階のトリガーシステムを用いて目的の物理事象のみに選別する。

レベル1 ミューオン トリガー

LHC Bunch crossing : 40.08 MHz。

ハードウェアによる高速選別。横方向運動量(p_T)を概算しトリガーを発行。

H \rightarrow 4 μ などで生成される高い横方向運動量をもつミューオンを選別。

☆横方向運動量(p_T)概算方法

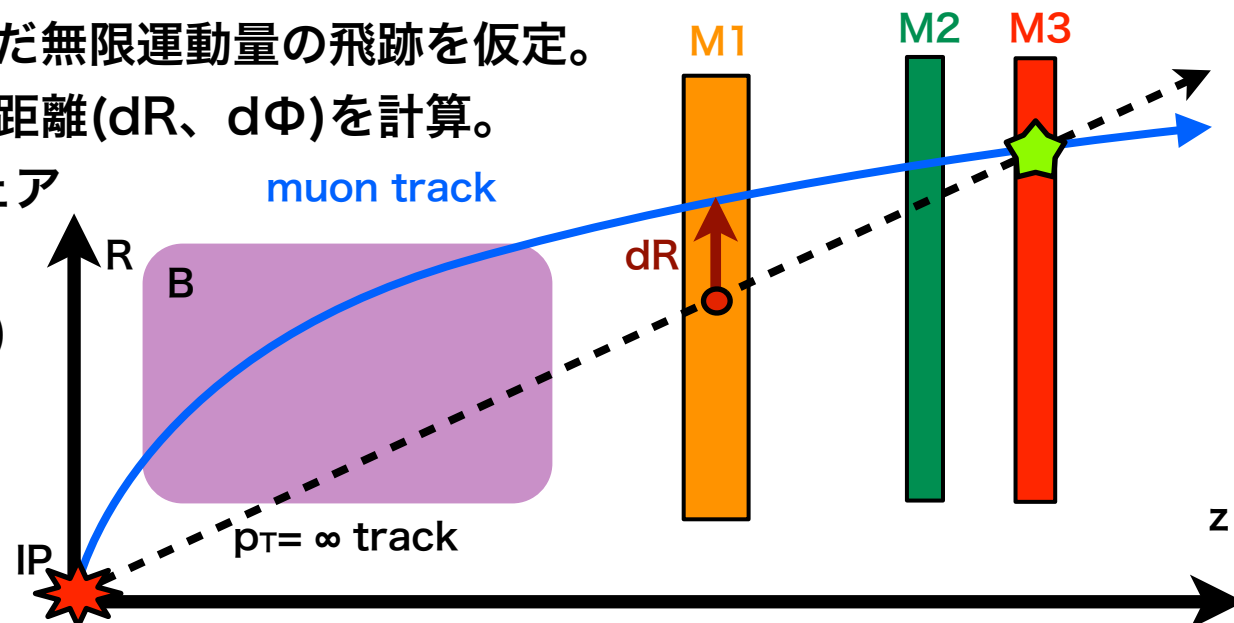
磁場による曲がりから p_T を概算。

- 1、衝突点とM3での検出点を結んだ無限運動量の飛跡を仮定。
- 2、その飛跡とM1での検出点との距離(dR 、 $d\Phi$)を計算。
- 3、計算した dR 、 $d\Phi$ をハードウェア

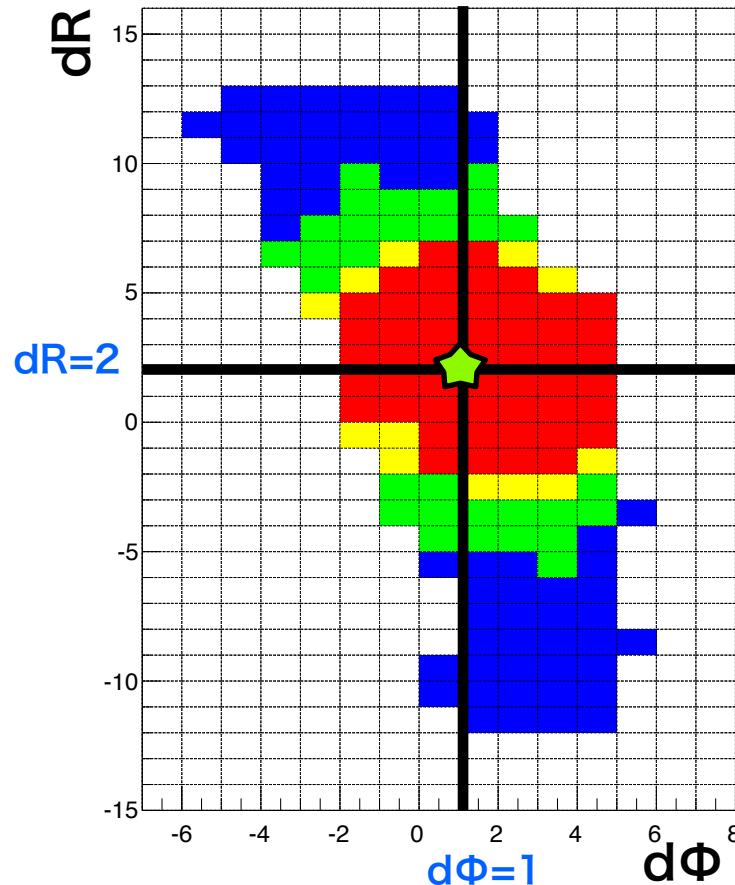
に組み込まれた参照表

(Coincidence Window: CW)

に照らし合わせ、 p_T を決定。



Coincidence Window



トリガーネーム

□	PT1 : $p_T < 6\text{GeV}$
■	PT2 : $p_T > 6\text{GeV}$
■	PT3 : $p_T > 10\text{GeV}$ (未使用)
■	PT4 : $p_T > 11\text{GeV}$
■	PT5 : $p_T > 15\text{GeV}$
■	PT6 : $p_T > 20\text{GeV}$

無限運動量の飛跡(CWの中心点)の $(dR, d\Phi) \neq (0, 0)$
→読み出しの都合上、各RoIで異なる値を持つ。

作成方法

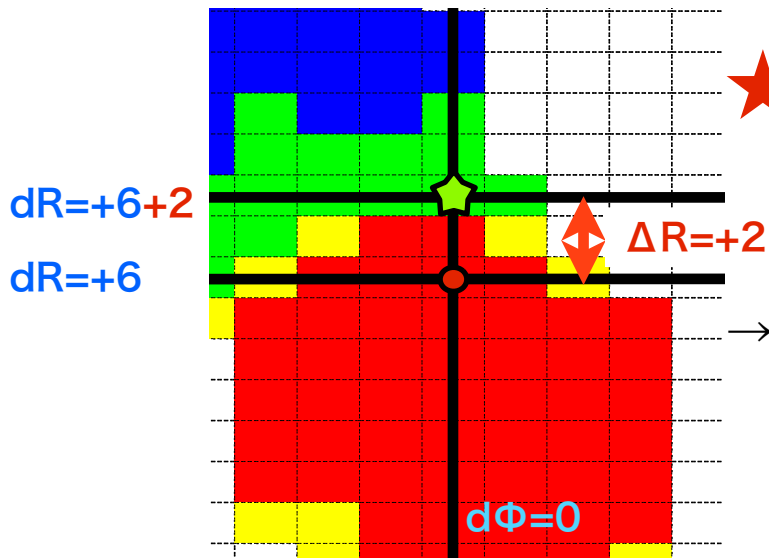
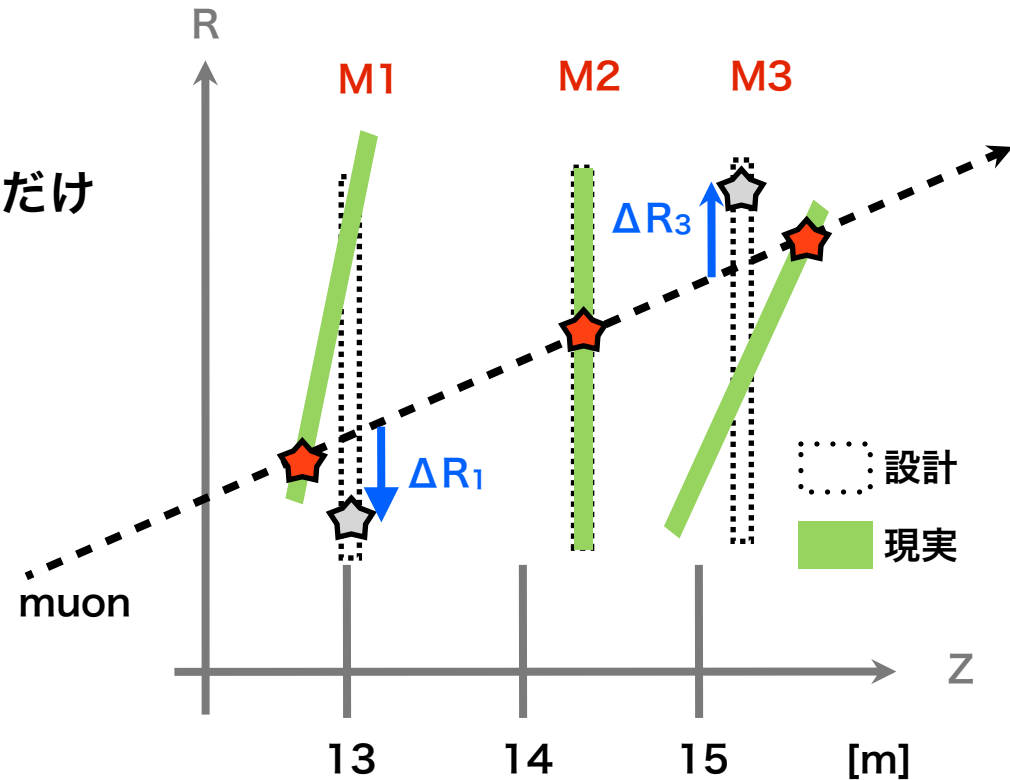
- 1、TGCが理想的な設置位置にある環境でシミュレーションを行い各 p_T を持つ Single Muonサンプルを作成。
- 2、磁場が8回対称であるため1/8円内にある1080のRoIに対して dR 、 $d\Phi$ 分布を作成。
- 3、各 p_T の dR 、 $d\Phi$ 分布をまとめ、Coincidence Windowを作成。

TGCの設置位置のズレ

右図のようにTGCの設置位置がズれていた場合、Coincidence Window上では ΔR (下式)のぶんだけdRが誤って計算される。

$$dRのズレ(\Delta R) = \Delta R_1 - \Delta R_3$$

例： $\Delta R=+2$ のズレがあった場合
 $dR=+6$ 、 $d\Phi=0$ で本来PT6が発行されるはずが、PT4が発行されてしまう。



★ TGCの設置位置の影響でトリガー効率を落としてしまう!

→ 設置位置のズレをパラメータ化し、従来のCoincidence Windowに補正を加えることでトリガー効率の低下を防げないか。

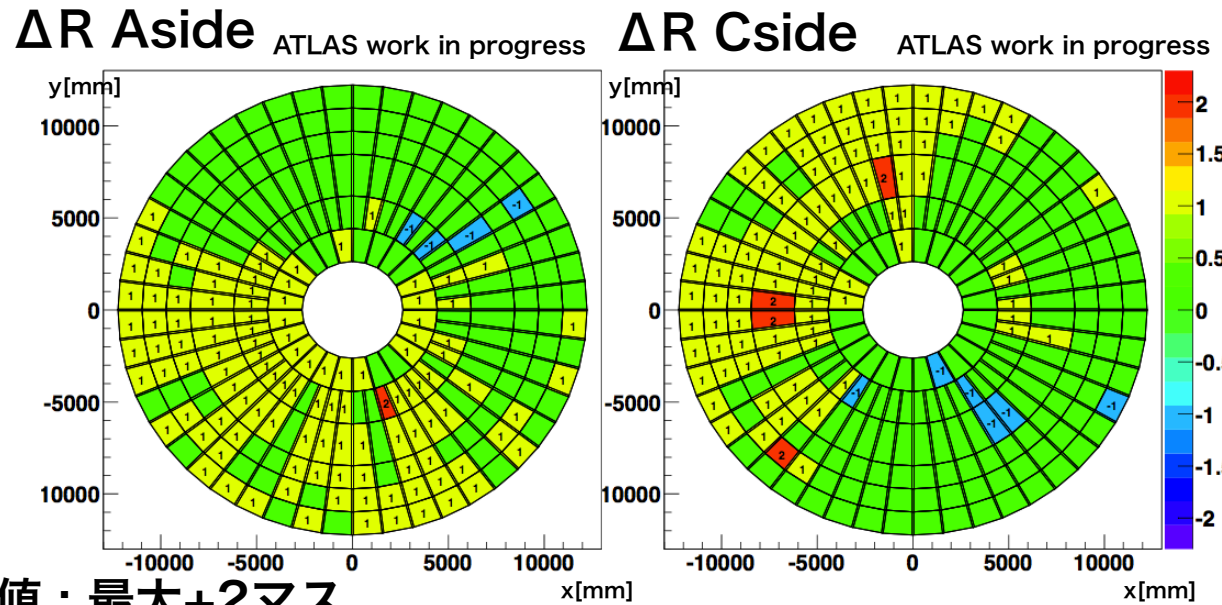
Coincidence Windowの補正

2011年のdataからTGCの設置位置のズレは計測済み。

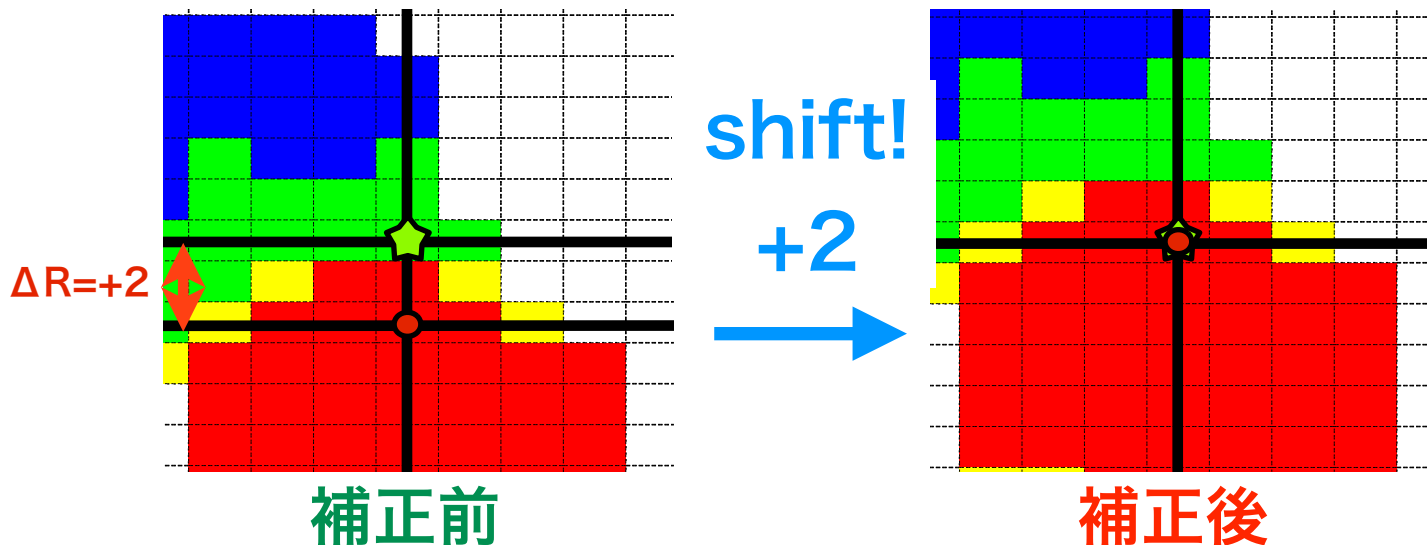
計測されたズレの値にしたがって、チェンバー毎にCWのdR方向の補正値を作成。

Coincidence Windowに対する補正値：最大+2マス

理想的な設置位置でのシミュレーションから作成したCWに補正を加える。



by 若林 潤(名大)



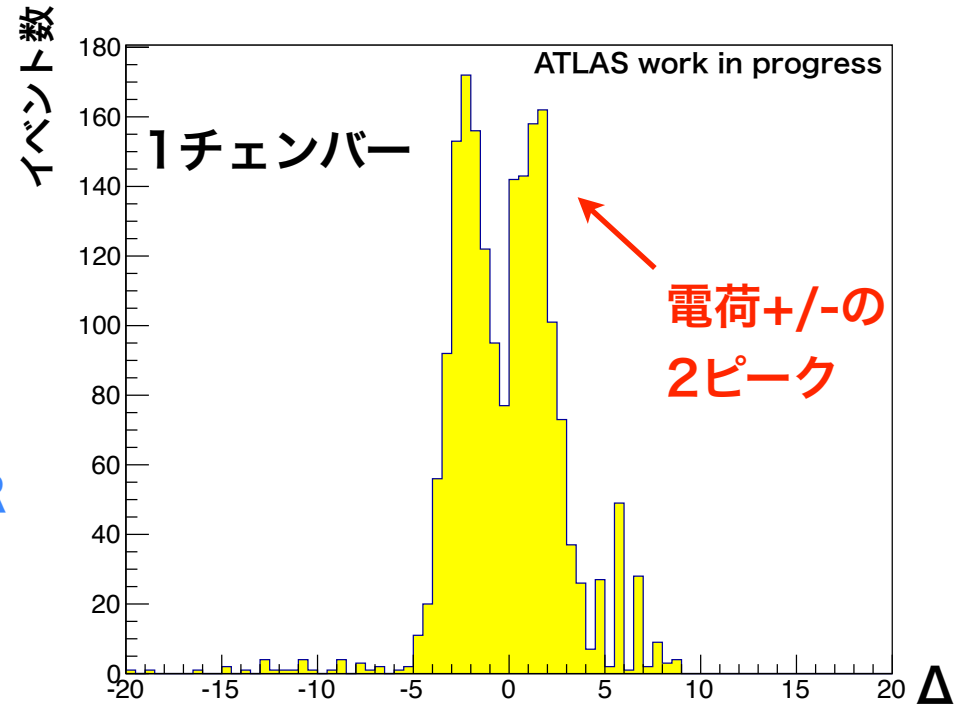
2012年のrunでは
補正後のCW
を適用。

補正方法の検証

dataのZ→ $\mu\mu$ 事象を選び、高い p_T を持つ
ミュオンを利用し補正方法が正しいか確認。
2012年度のdata(統計量：約 4.4fb^{-1})を使用。

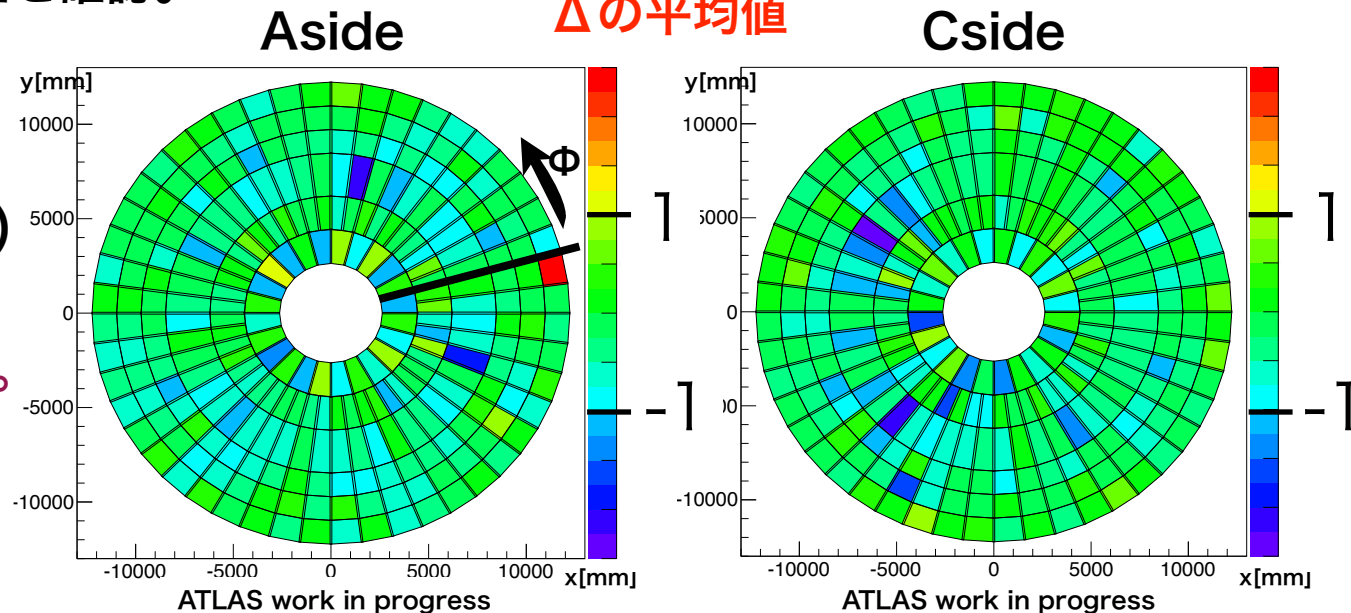
☆検証方法

- 1、CWよりRoI毎の無限運動量の飛跡のdRを計算。
- 2、dataのHit情報を元に
 $\Delta = \text{実際のHitのdR} - \text{無限運動量の飛跡のdR}$
をチェンバー毎に算出。
- 3、 Δ のピークの平均値を見ることでCWとdata
の無限運動量の飛跡のdRの差を確認。



他の問題によって確認できない
箇所(右下図の赤と濃い青の部分)
以外では、
 Δ の平均値は ± 1 に収まっている。

★補正方法が正しい事
を確認。



トリガー効率

トリガー効率の定義

$$\text{トリガー効率} = \frac{\text{トリガーが発行されたミューオンの数}}{\text{ミューオンの数}}$$

トリガー効率を算出した結果を以下の関数でFitし各パラメータを比較する。

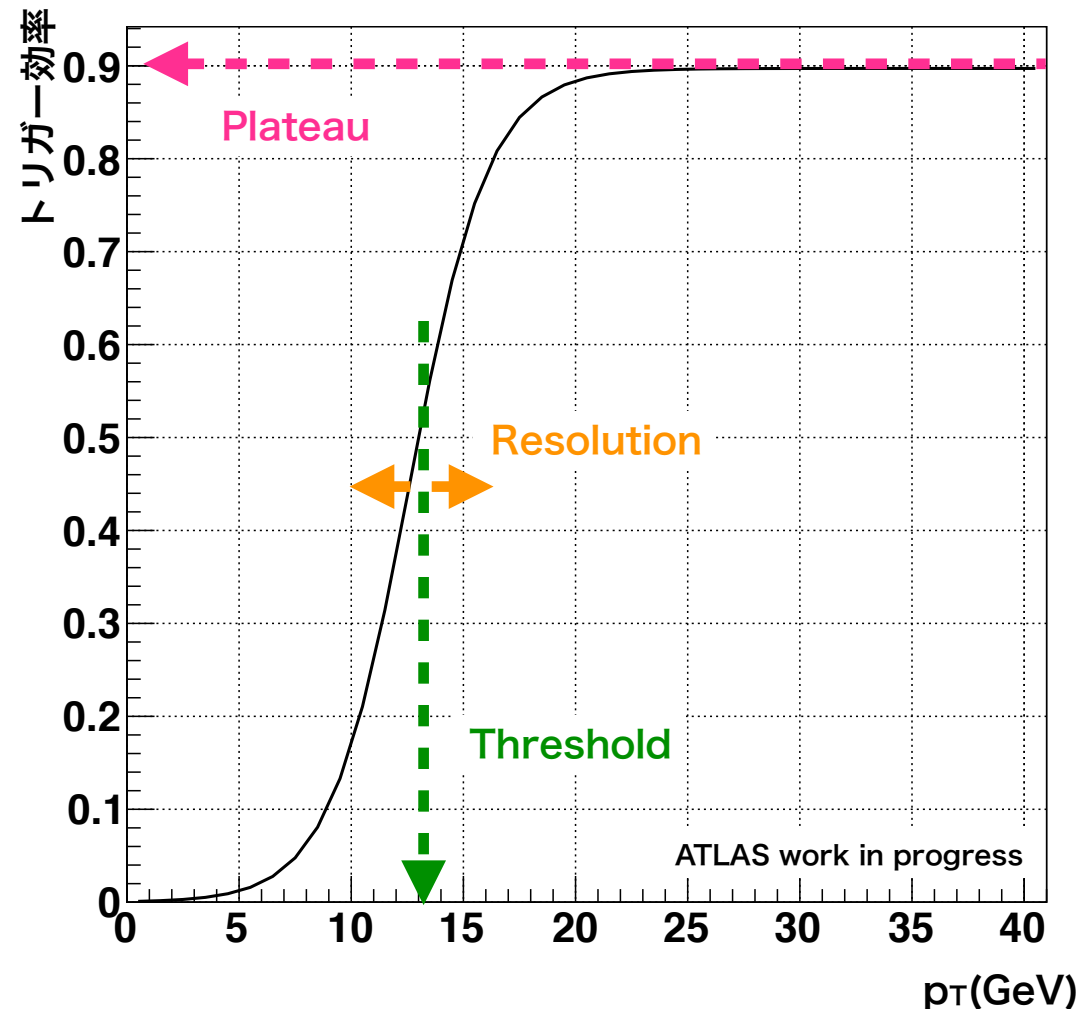
Fitting関数

$$\frac{p0}{\exp\left(\frac{-Pt-p1}{p2}\right) + 1}$$

p0 : Plateau
p1 : Threshold
p2 : Resolution

CWに補正を加えたことで正しいトリガーが発行されるようになれば、

- ☆ Resolutionが改善し立ち上がりが鋭く。
- ☆ Plateauが向上。



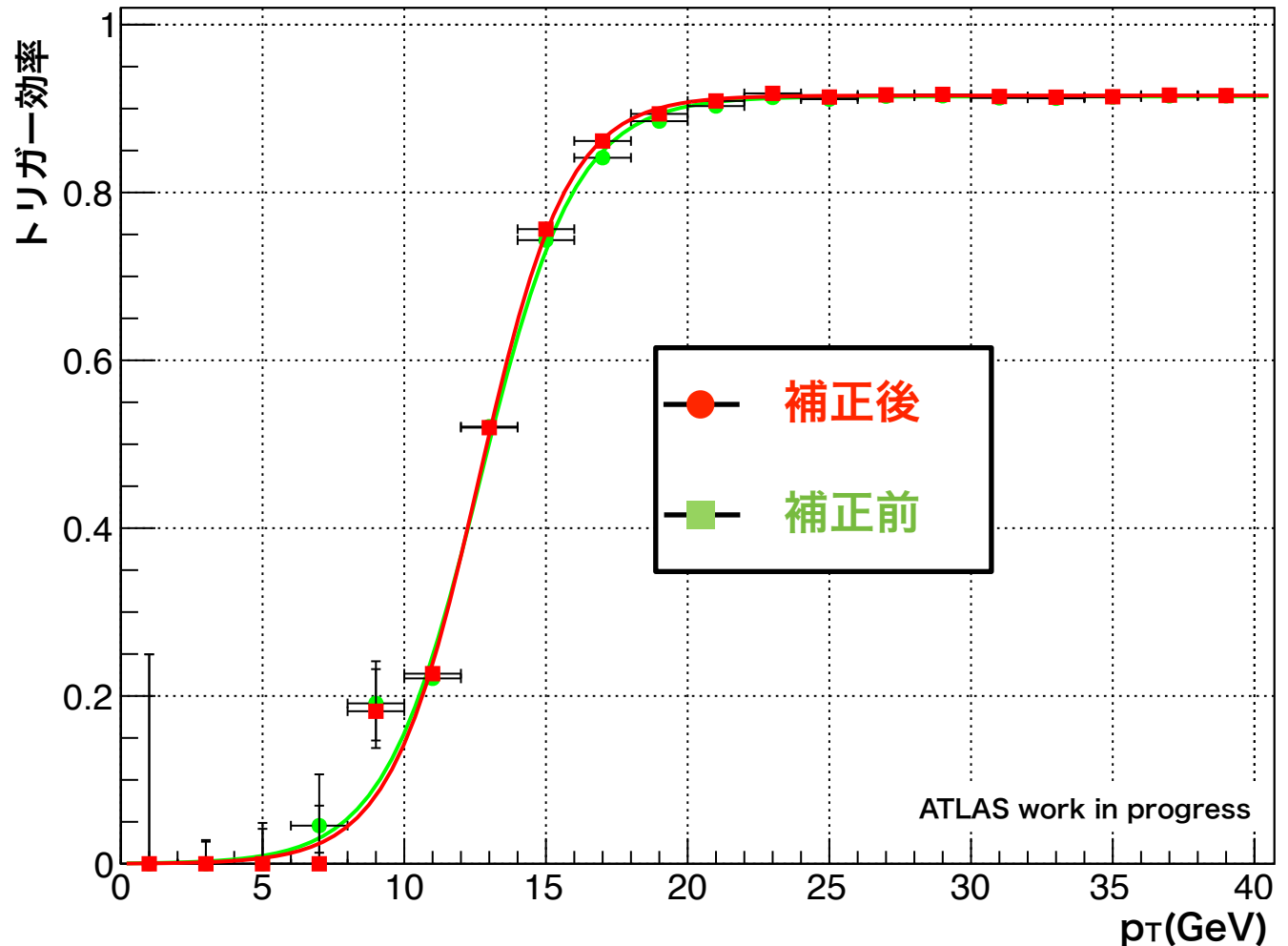
トリガー効率

2012年度のdata(統計量：約4.4fb⁻¹)を使用。

Z→ $\mu\mu$ 事象を利用しPT6トリガー($p_T > 20\text{GeV}$)について補正前後のトリガー効率を算出。
補正前のトリガー効率は補正後と同じdataを使用しHit情報のdR、d ϕ から見積もる。

Plateau
91.4% → 91.5%

Resolution
1.68GeV → 1.55GeV



★ 設置位置のズレを考慮することでトリガー効率が改善。

まとめ

TGCの設置位置のズレを考慮したCoincidence Windowを作成。

→2012年度のrunに採用。

今回行ったCoincidence Windowの補正方法の正しさを検証。

→high- p_T のミュオンでdR分布を確認し、補正が正しいことがわかった。

但し、ハードウェアの問題など一部のチェンバーではさらに調整が必要。

2012年のdataを使用し補正前と補正後のCoincidence Windowのトリガー効率を算出。

→補正を加えることでトリガー効率が改善することを確認。

Resolution 1.68GeV → 1.55GeV

今後 ϕ 方向のズレの補正と設置位置以外の問題の対策を行い、トリガー効率のさらなる改善を目指す。

buck up

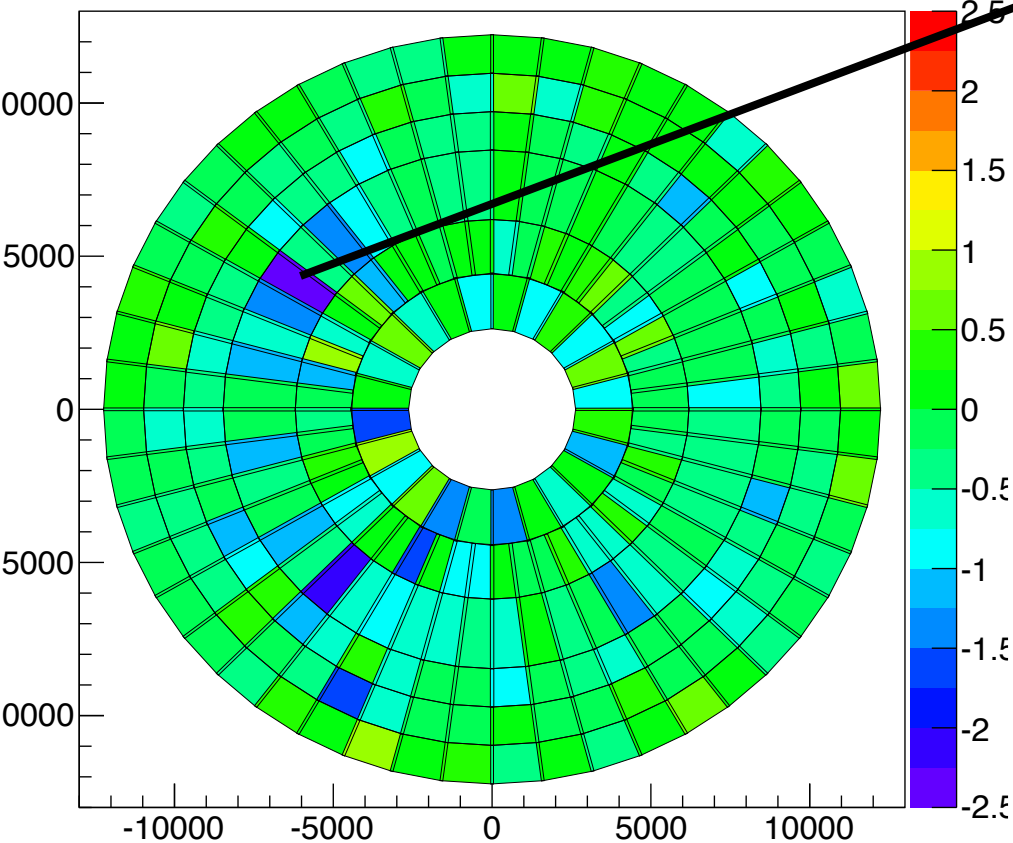
補正方法の検証

chamberごとのズレの平均値をplot。

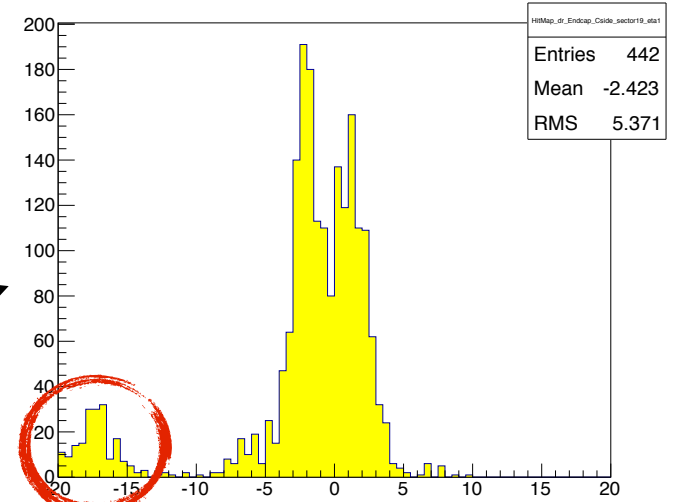
dr

ズレの大きいところの元のHistを確認。

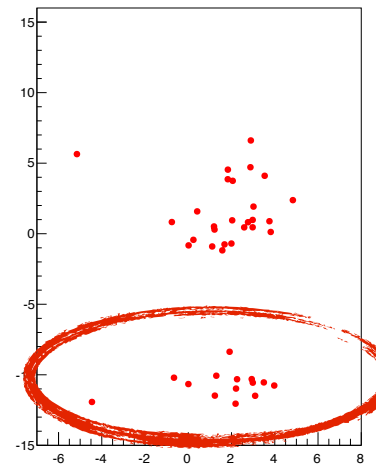
M3_Cside_dr



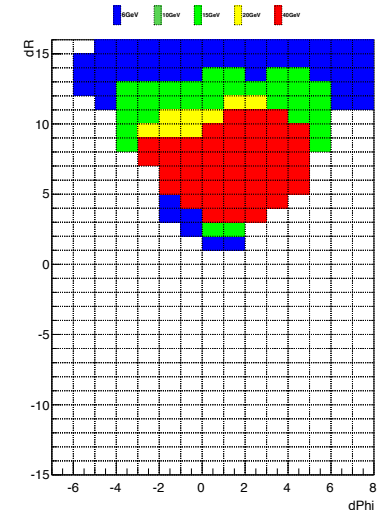
Cside sector19



RoI 52 Hit map



CW



この飛びは去年から見えている。
ハードウェアの不具合。 現在確認中。