

ATLAS実験におけるLevel 1電子トリガー の900 GeVランにおける性能

所属：東大理 神戸大^A 東工大^B ハンブルク大^C 高工研^D

奥山豊信 石川明正^A 大町千尋^A 岡田勝吾^A 管野貴之^B

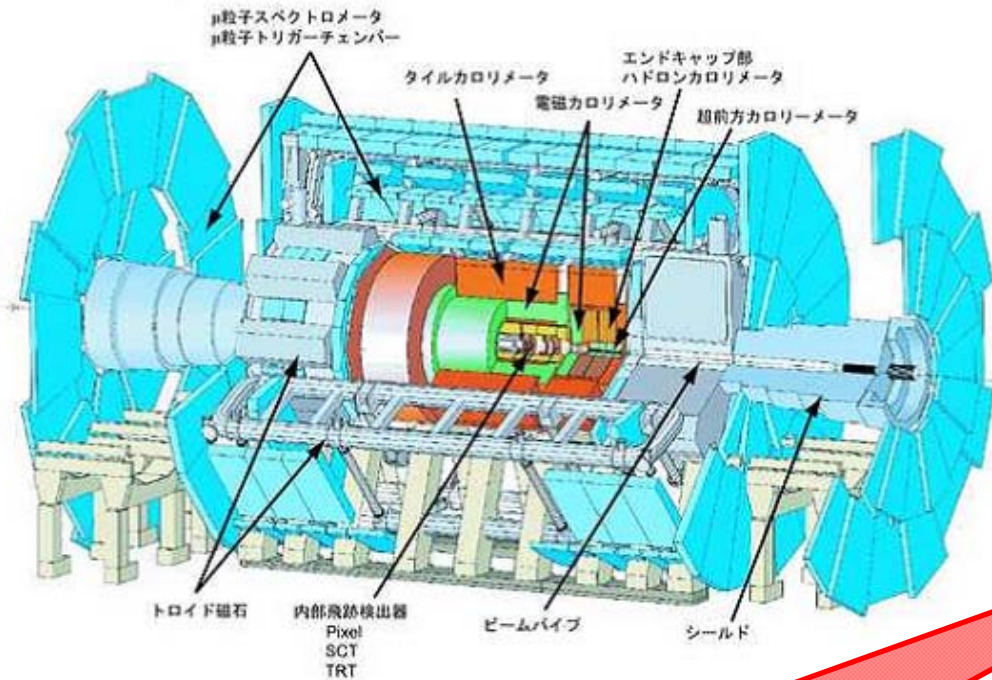
久世正弘^B 藏重久弥^A 小森雄斗 河野能知^C 道前武

徳宿克夫^D 長野邦浩^D 早川俊^A 松下崇^A 山崎祐司^A

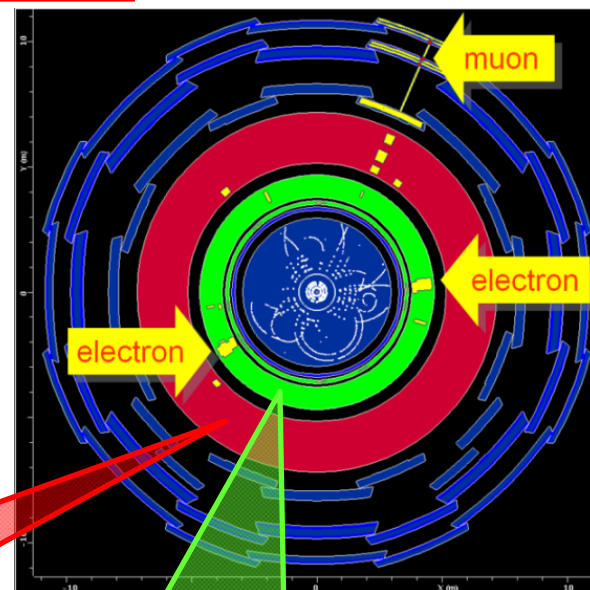
1

2010年 3月21日
日本物理学会 第65回年次大会

ATLAS検出器と電子の信号



MC $H \rightarrow ZZ \rightarrow e^+ e^- \mu^+ \mu^-$



ハドロンカロリメータ
(プラスチックシンチレーター + Fe)

EMカロリメータ
(LAr + Pb)

内側から順に

- 内部飛跡検出器
- カロリメータ(EM, Hadron)
- ミュオン検出器

電子の信号はEMカロリメータにローカライズされたクラスターとして見える

ATLAS トリガー

Level 1(L1):
Hardware trigger

- Calorimeters & muon trigger-chamber
- electronやmuon等のObject毎にいくつかのThreshold

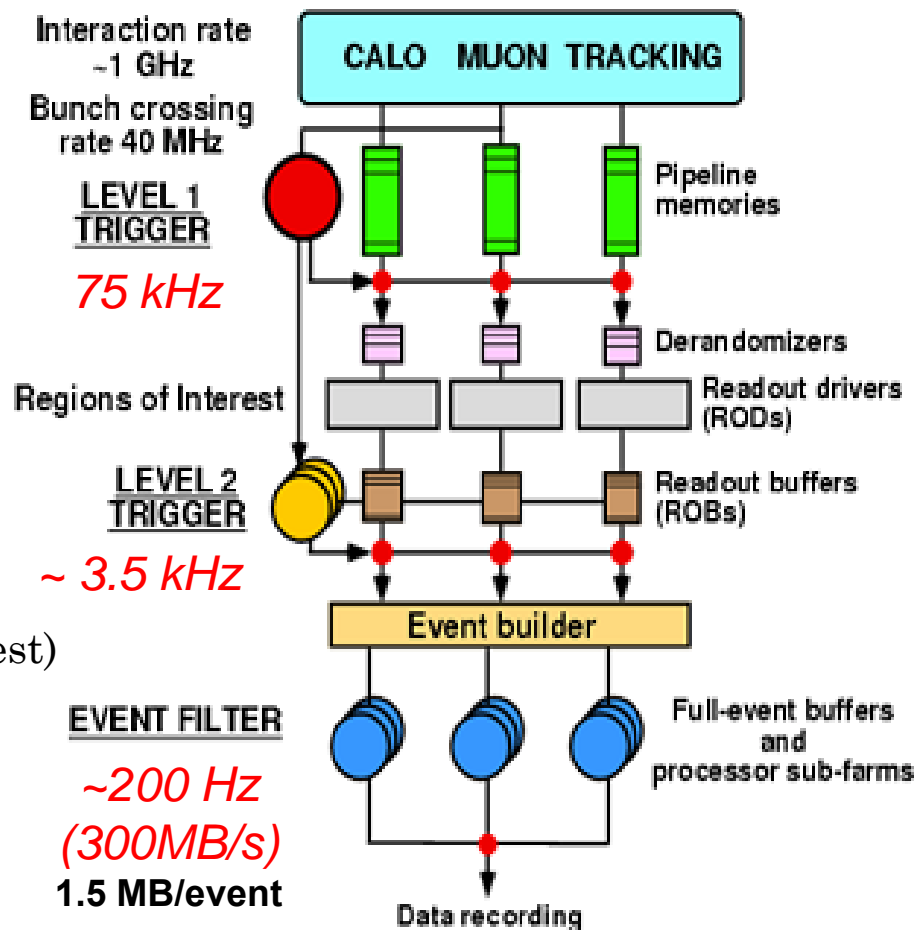
Higher Level Triggers (HLT):
Level 2(L2) + Event Filter(EF)
Software trigger

Level 2:

- L1 で同定された η - ϕ 領域(Regions-of-Interest)のデータだけ用いて解析する

Event Filter:

- Event buildingの後Detectorの全領域のデータを用いて解析する



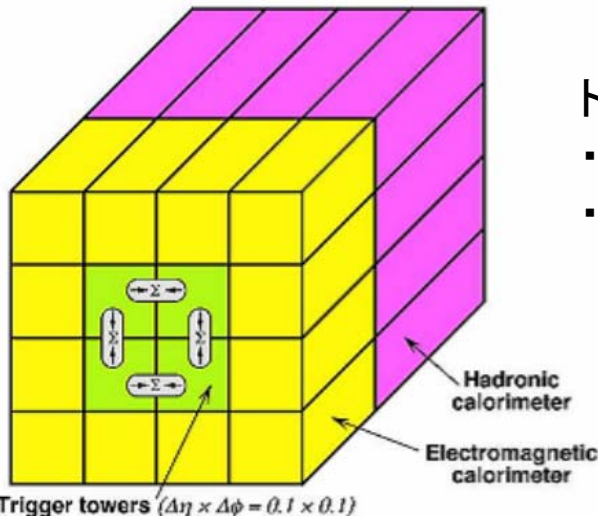
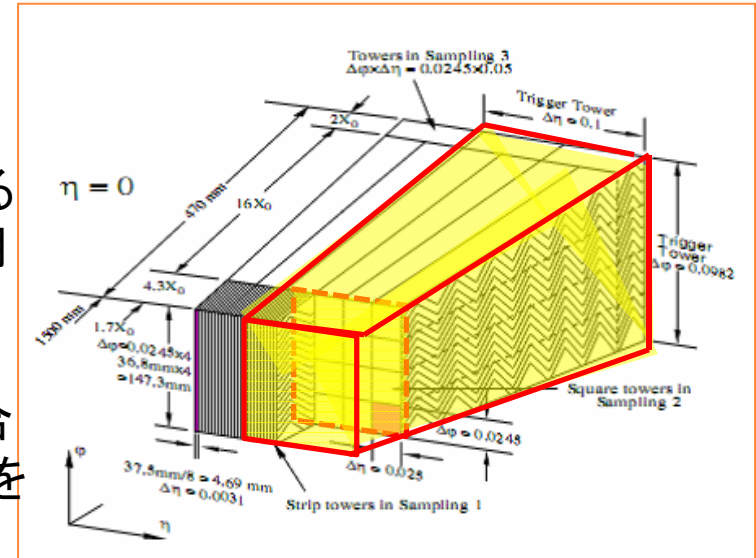
今回の発表の内容はofflineで再構成された電子がLevel1できちんとトリガーされているかという研究です

L1 EMトリガー

- L1では電子と光子の区別はなし
- EMカロリメーターは3層のサンプリング層
- カロリメーターの情報をトリガータワーと呼ばれるいくつかのセルの情報をひとまとめにしたものを用いてEMクラスターを見つける
- 4×4本のタワーの大きさでクラスターを探す
- クラスター中心の2×2本のうち隣合う2本の組み合わせだけを用いて計算したもののうち最大のものをそのクラスターの E_T とする

例えば $L=10^{34}$ では L1_EM20 ($E_T > 20$ GeV)
 今回評価したのは L1_EM3 ($E_T > 3$ GeV)

EMカロリメーターのサンプリング層



トリガータワー :

- $d\eta \times d\phi \sim 0.1 \times 0.1$ の大きさ
- 領域内に含まれるセルへのエネルギーdepositの総和がEMカロリメーター、ハドロンカロリメーター毎に計算される

サンプルと事象選択

データ: $\sim 700k$ events

- 2009年度末に行われたでの $\sqrt{s}=900$ GeVでの衝突実験のうち、ビームが安定かつ LArカロリメーターが正常に動作していた13のRun(内部飛跡検出器などが動いていないRunも使用している)
- 電子トリガーではなく、非弾性散乱に包括的に感度のあるトリガー で収集されたデータを用いた (MBTS検出器に最低1ヒット存在することを要求)
- オフラインでは、衝突による事象を選択するために、以下のどちらかの条件が満たされていることを要求

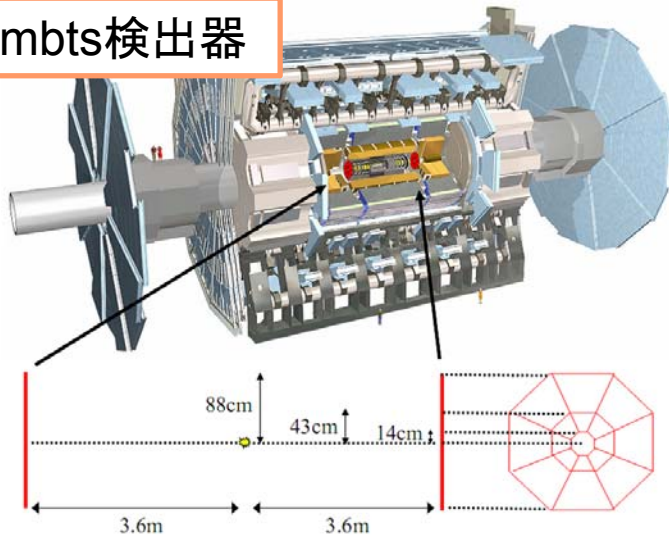
エンドキャップに設置されたLAr, mbtsで

- 1.) LAr :両側でそれぞれ9セル以上のヒット かつ 両側のタイミングの差 < 5 ns
- 2.) mbts:両側でそれぞれ2つ以上のヒット かつ 両側のタイミングの差 < 10 ns

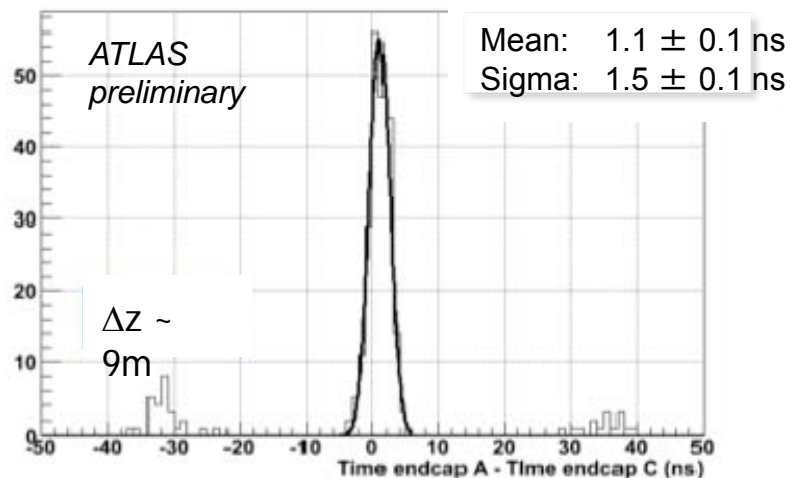
MC : ~ 10 M events

- pythiaによって生成された $\sqrt{s}=900$ GeVのminbias事象

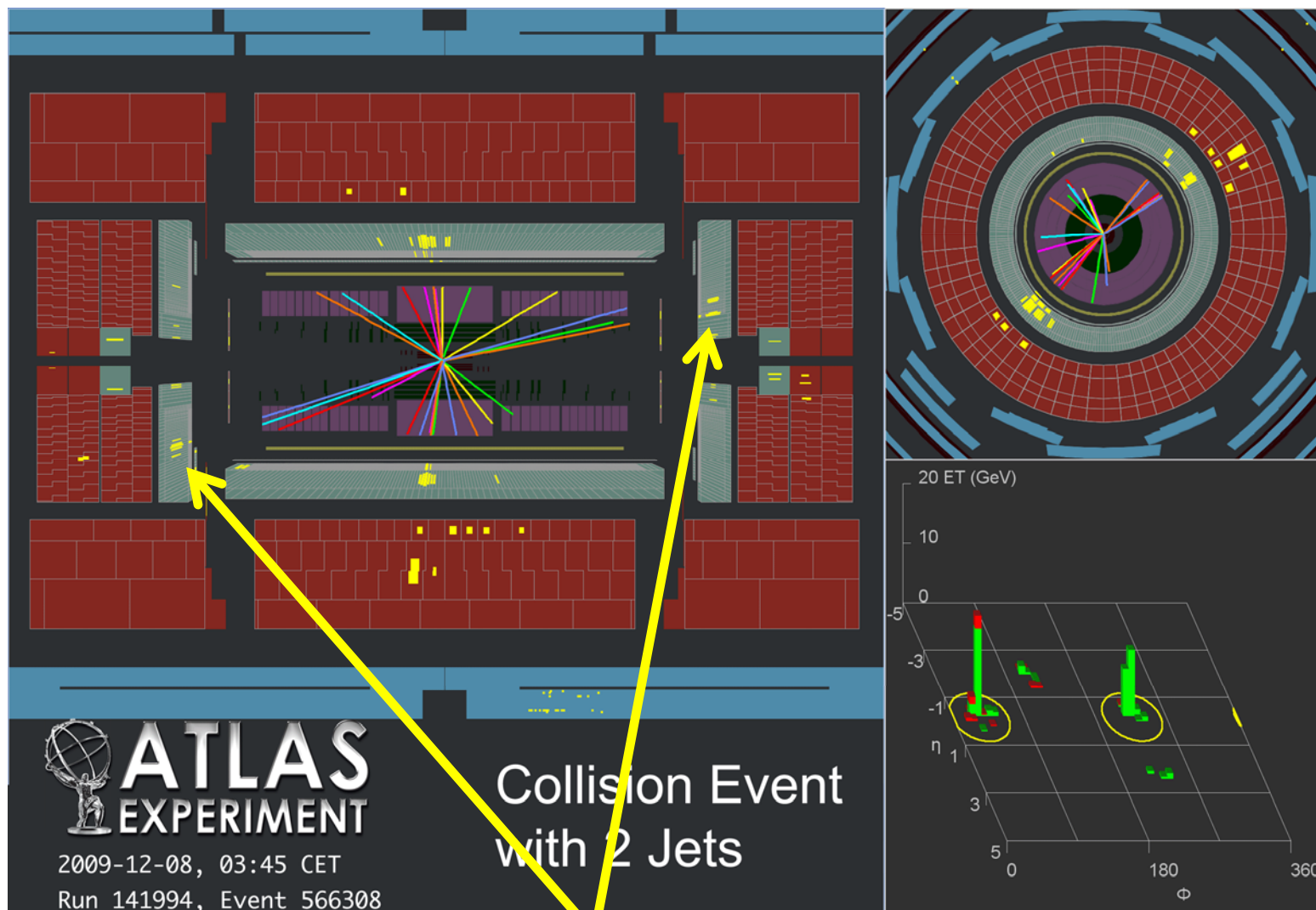
mbts検出器



LAr calorimeter: $\Delta t(A - C)$

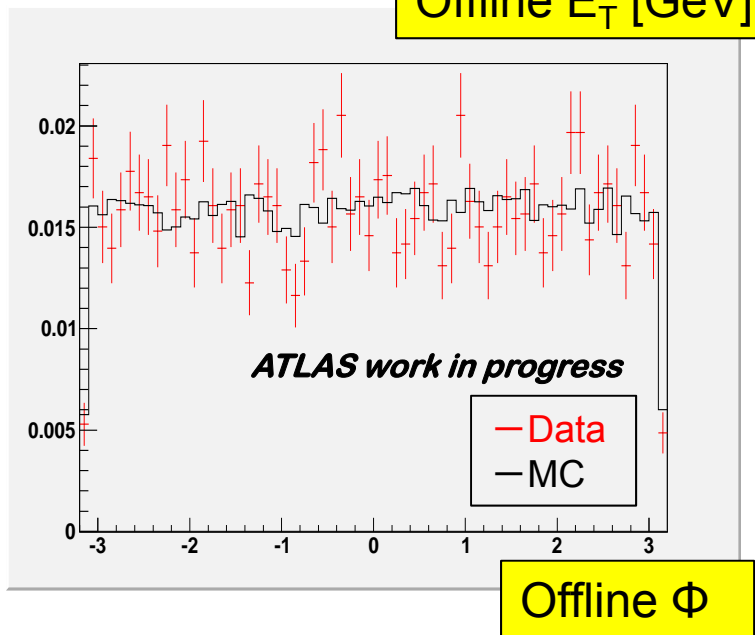
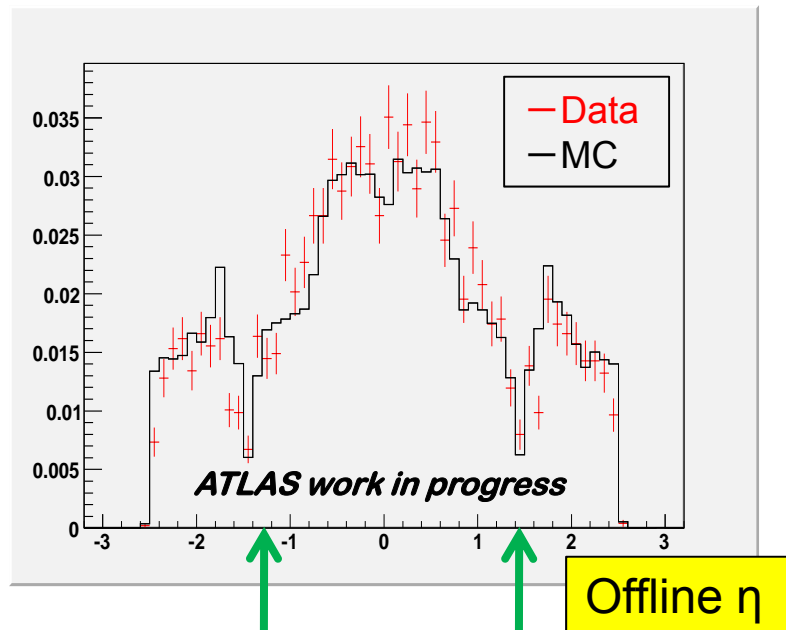
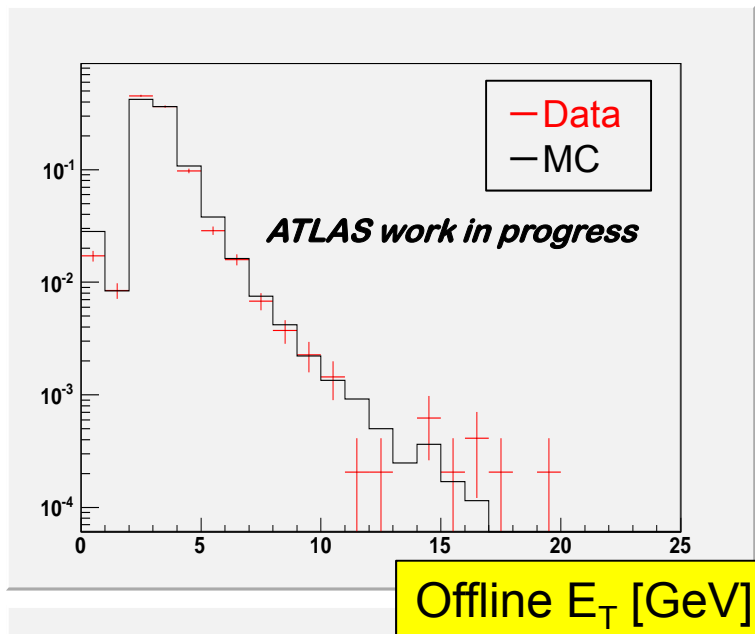


衝突事象の例(2ジェット事象)



LArカロリメーター

Offline EMクラスタ

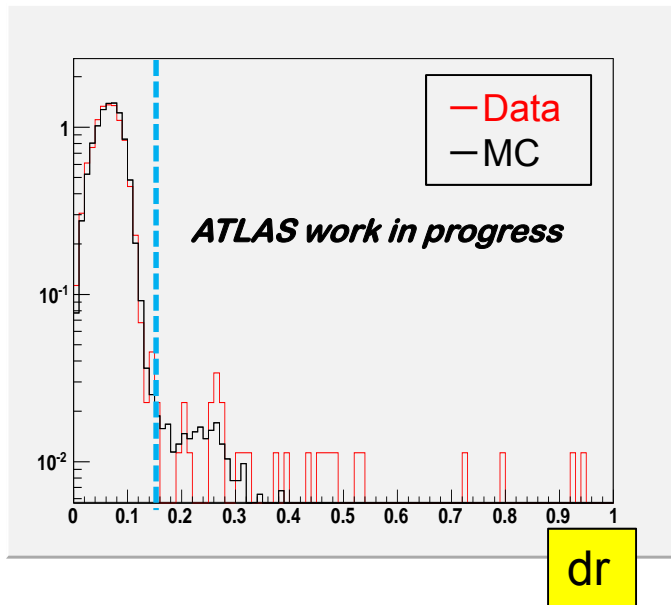


バレルとエンドキャップの
オーバーラップ領域

- E_T が大きくなるほど指数的に数が少なくなる
- η が小さい領域(ビーム軸と垂直方向)が支配的
- ϕ 方向は均一な分布

データとMCはreasonableに一致している

Offline と L1 の対応



offlineで見つかったクラスターが
L1でトリガーされているか評価する

Offline EMクラスターに対して最も

$$dr = \sqrt{d\eta^2 + d\phi^2}$$

の小さいL1クラスターとのdrの分布

$$dr < 0.15$$

であればOfflineに対応するL1クラスターと定義

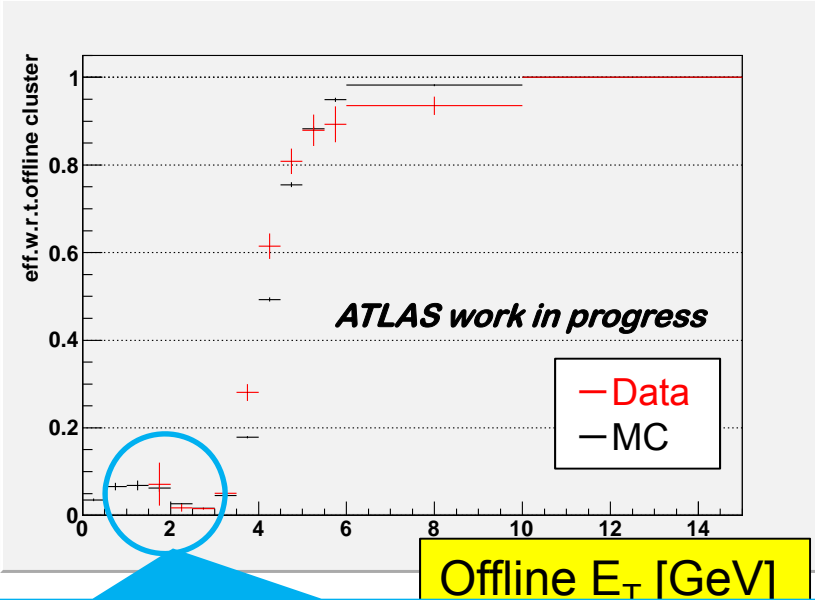
トリガー効率の定義:

$$\frac{\text{対応するL1クラスターが存在するOfflineクラスターの数}}{\text{全てのOfflineクラスターの数}}$$

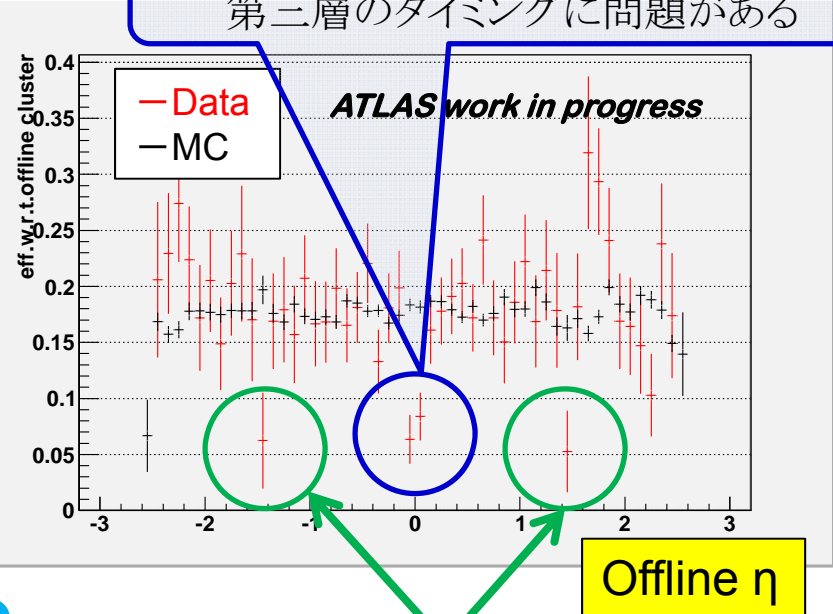
L1_EM3を鳴らしたL1クラスターに対する効率をOfflineの E_T , η , ϕ についていくつかのビンに区切り、ビン毎に効率を求めた

L1 EM3のトリガー効率

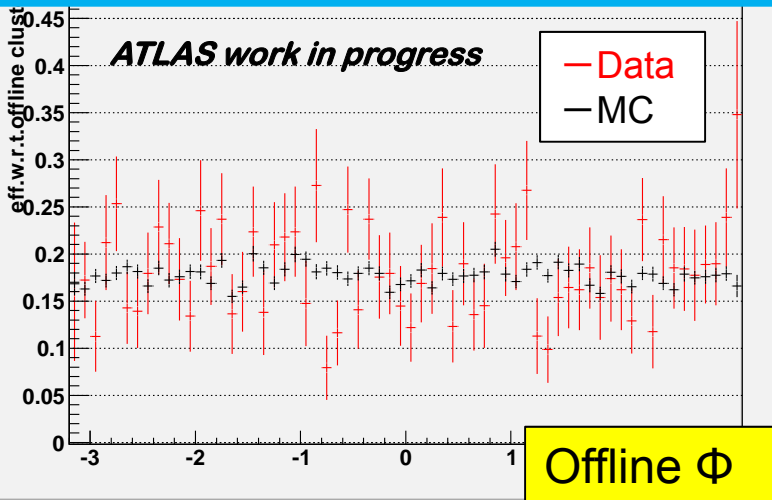
EMカロリメーターのサンプリングの
第三層のタイミングに問題がある



- L1の方がofflineよりクラスターサイズが大きい
- offlineにIsolationを要求していない



バレルとエンドキャップのオーバーラップ領域
でトリガータワーがエンドキャップ側にしか接続
されていない → 現在は既に修正されている



Φ 方向に関しては特に効率が落ちている
領域等は見当たらない

まとめ

- 2009年度末に行われた900 GeVでの衝突実験で収集されたデータとMCサンプルを用いてL1_EM3の効率を評価した
- データとMCの結果はreasonableに一致している
- $|\eta| \sim 0$, $|\eta| \sim 1.5$ でトリガー効率が落ちるが原因は解明されている
 - $|\eta| \sim 0$: カロリーメーターのサンプリングのタイミングの問題
 - キャリブレーションによって修正可能
 - $|\eta| \sim 1.5$: 検出器のオーバーラップ領域でトリガータワーが片側しか見ていない
 - 既に修正済み
- 上記の問題を除いてL1_EM3は正常に動作している

今後の予定

- 高い P_T を持つ電子用のトリガーについての評価
 - VetoカットやIsolationカットについて
- HLTのアルゴリズム及びchainの評価
 - 正常に動作しているか
 - 各種のカットの値は適切か

BackUp

