

$Z \rightarrow \mu\mu$ 事象を用いたアトラス検出器の ミューオントリガー効率測定

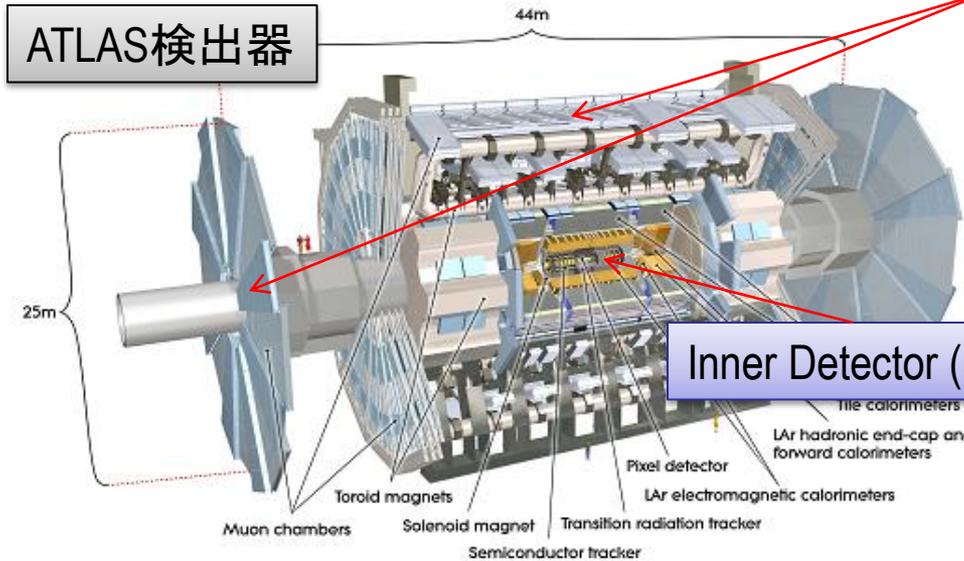
日本物理学会 2011年秋季大会

弘前大学

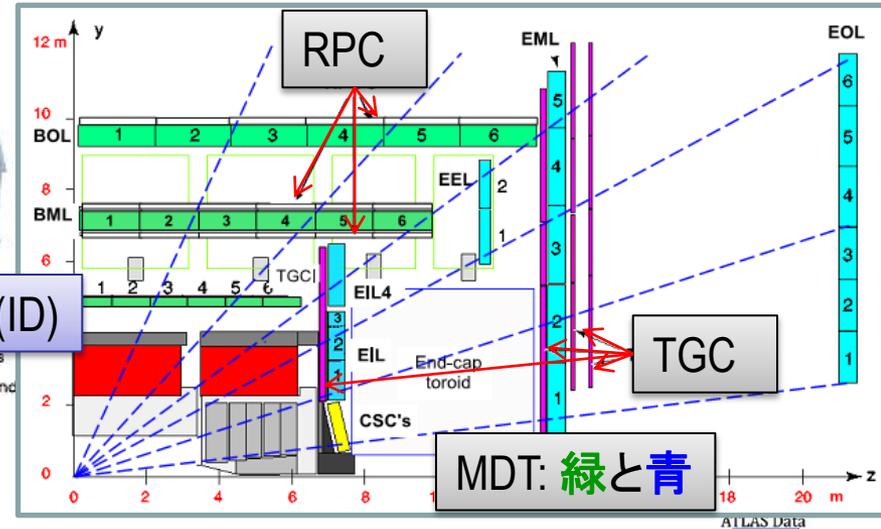
管野貴之, 石塚正基, 久世正弘, 島内明理,
野辺拓也, 徳宿克夫^A, 長野邦浩^A, 奥山豊信^B,
小森雄斗^B, 道前武^B, 岸本巴^C, 蔵重久弥^C,
松下崇^C, 山崎祐司^C

東工大, 高工研^A, 東大理^B, 神戸大理^C

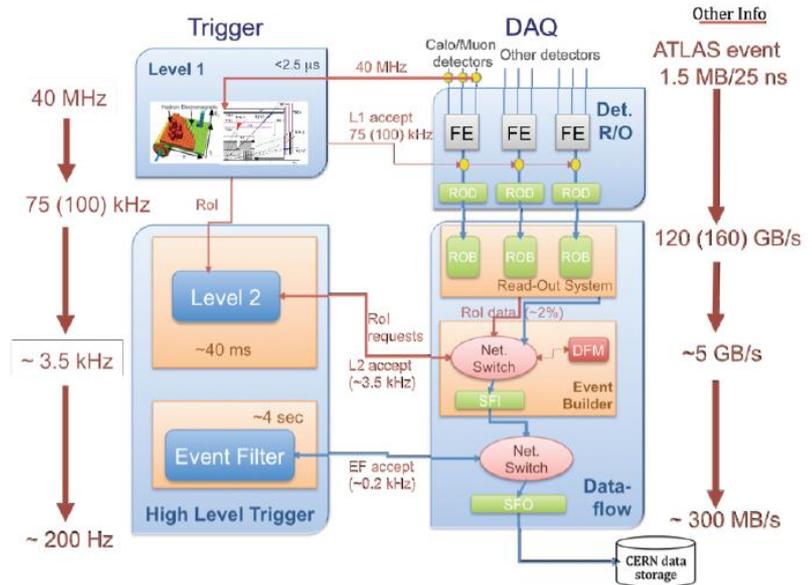
ATLAS検出器ミュオントリガー



Muon Spectrometer (MS)



- 3段階構成
- Level1:ハードウェアによる高速トリガー
Barrel領域 ($|\eta| < 1.05$): RPC
Endcap領域 ($|\eta| > 1.05$): TGC
- Level2+EventFilter = High Level Trigger:
MDT、Inner Detector情報も使い、
ソフトウェアによってミュオンを
再構成



Z \rightarrow $\mu\mu$ 事象を用いたトリガー効率測定

- オフライン再構成されるミュオンに対するミュオントリガーの効率を測定することが物理解析で必要となる
- 実データについてはトリガーによる選別後の事象しか残っていない。

→ Tag & Probe 法を用いる

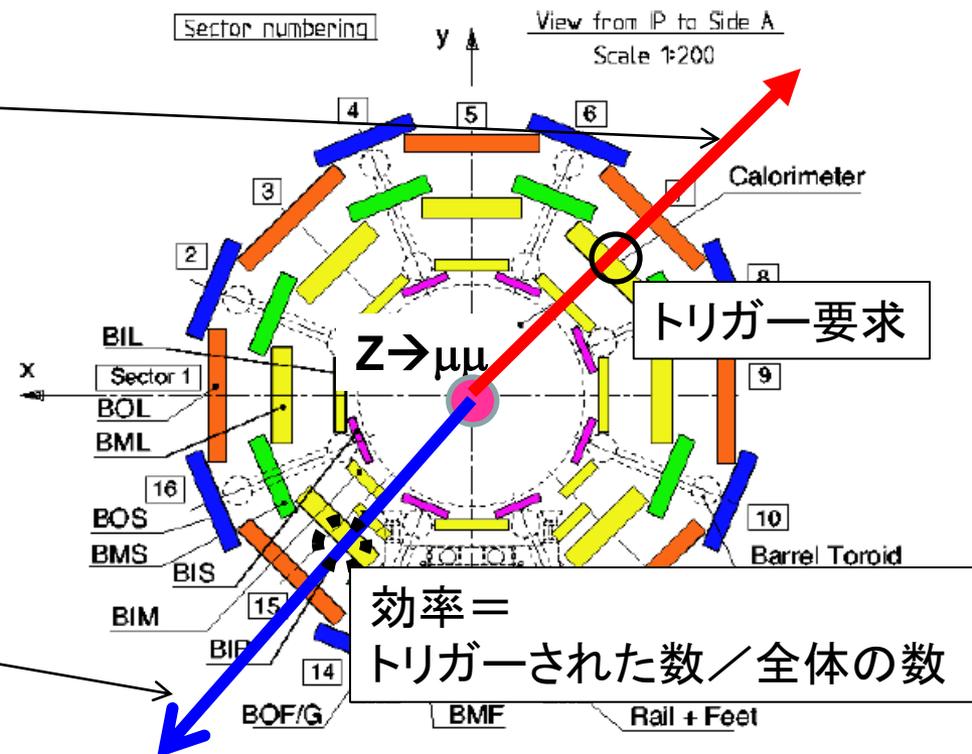
– オフライン再構成にてZ \rightarrow $\mu\mu$ 事象を選別

- 高いPurity

– **Tag:** トリガーされていることを要求

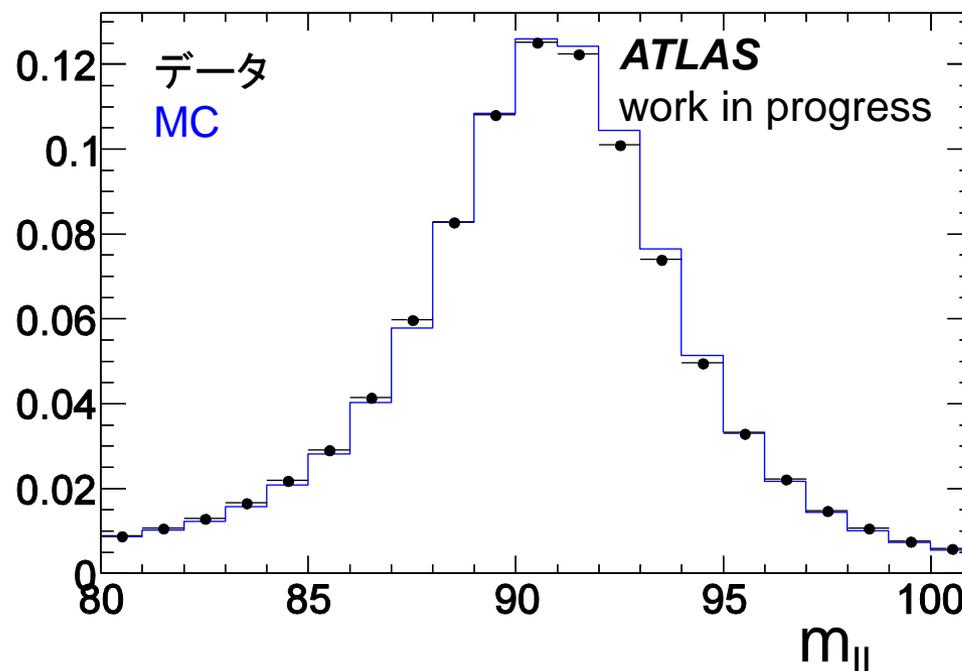
- 事象はトリガー条件を満たしており、Tag以外のミュオンにはトリガーのバイアスが無い状態となる

– **Probe:** 効率測定に用いる

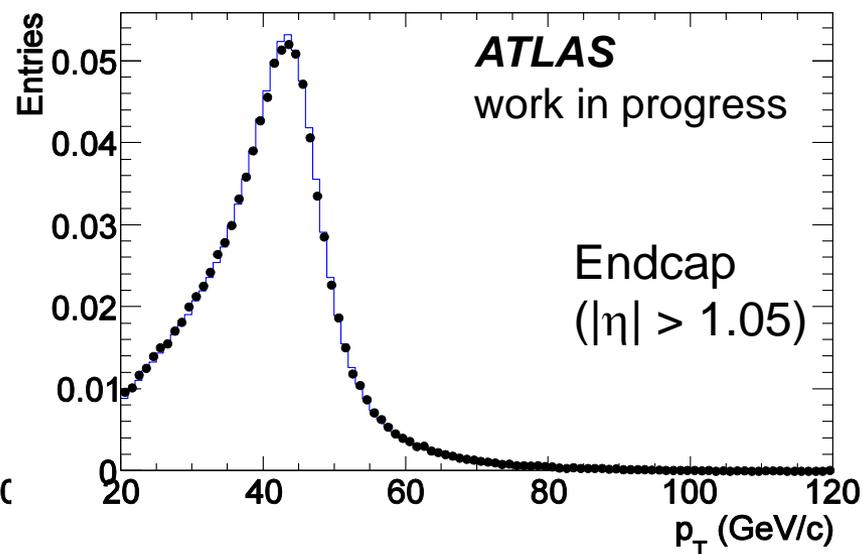
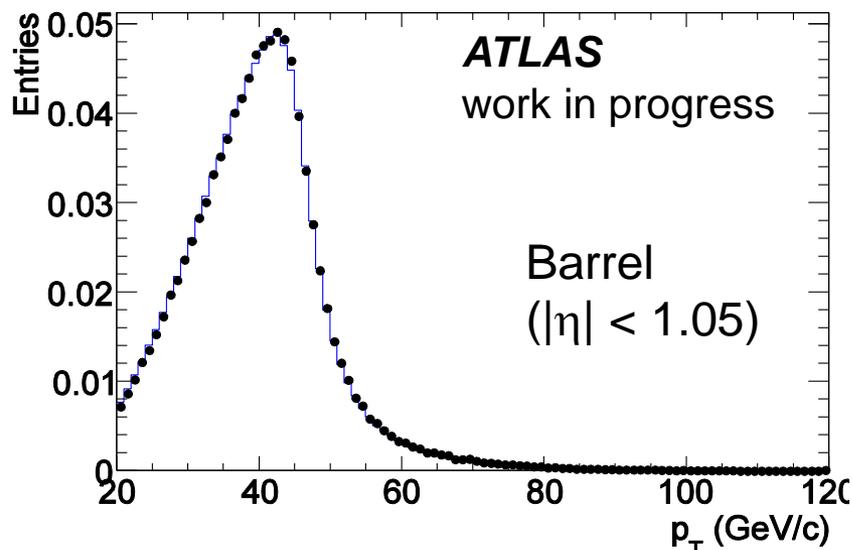
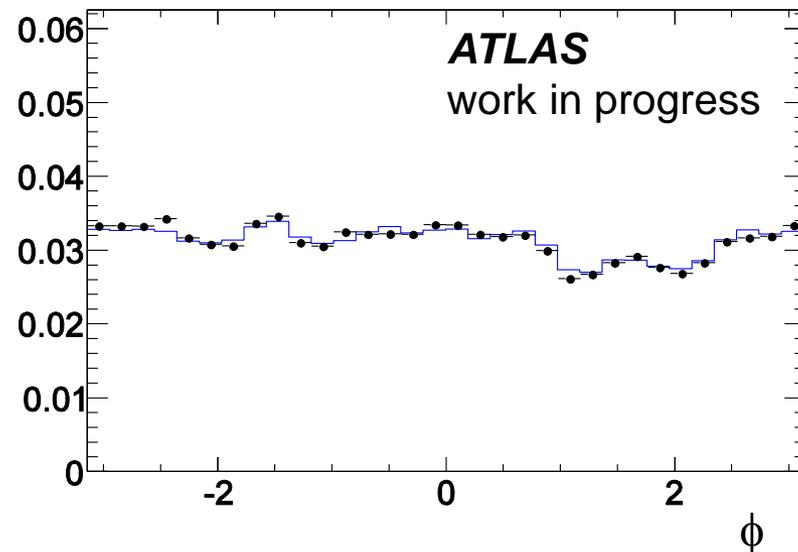
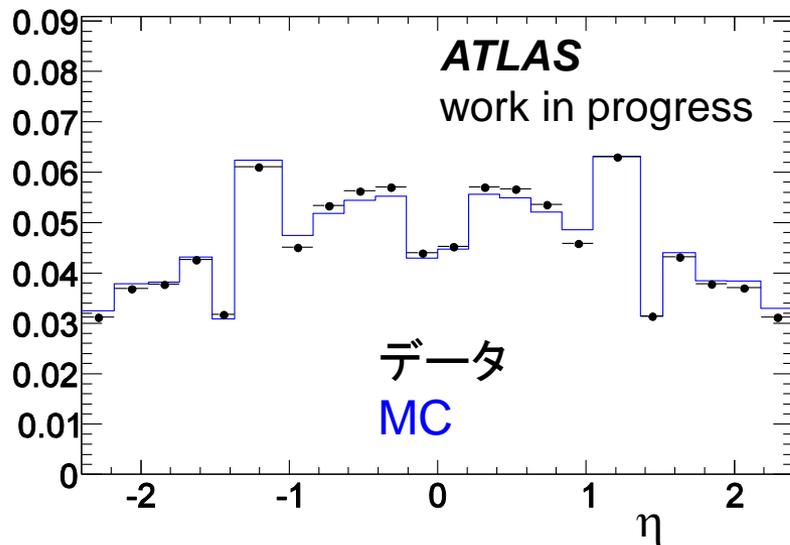


使用データおよび事象選別

- 2011年に取得されたデータ(総積分ルミノシティ 1.03fb^{-1})を使用
- MCシミュレーションに対してもTag&Probe法で効率測定を行う
 - Alpgen+Jimmyの事象生成、ATLAS検出器シミュレーション
- 事象中に3つ以上のトラックによりVertexが再構成されたことを要求
- 2つ以上のミュオンを要求
 - $p_T > 20\text{ GeV}$, $|\eta| < 2.4$
 - Combined Muon
 - IDとMSの情報を組み合わせて再構成
 - $|z_0| < 10\text{mm}$, $|d_0/\Delta d_0| < 10$
 - Isolation cut
 - 近傍のトラックの p_T の和 $< 0.1 \times$ ミューオンの p_T
 - 電荷が正と負の組み合わせ
 - $|\Delta z_{0,\text{tag-probe}}| < 3\text{mm}$, $|\Delta d_{0,\text{tag-probe}}| < 2\text{mm}$
 - $|\Delta\phi_{0,\text{tag-probe}}| > 2$
 - $|M_{\parallel} - M_Z| < 10\text{ GeV}$

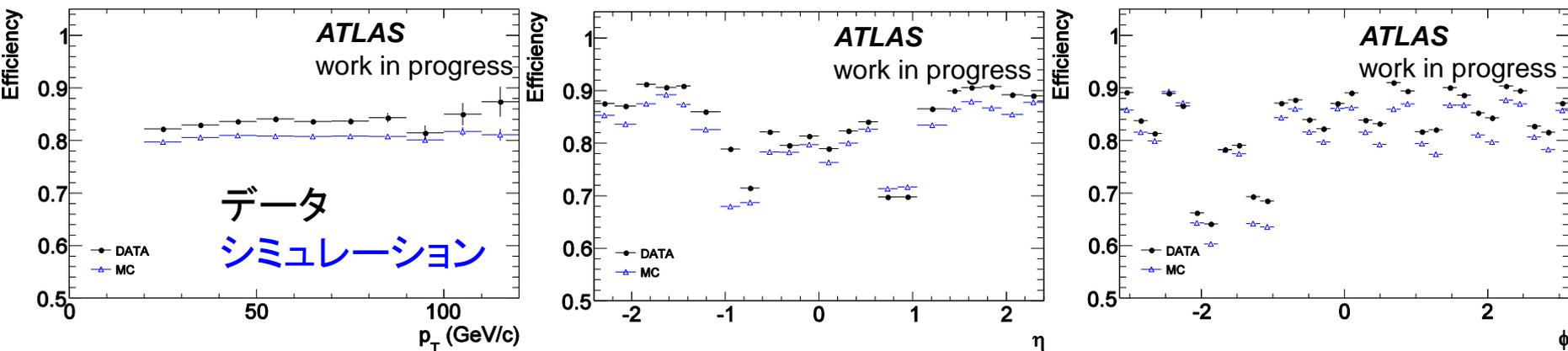


Probeミューオン分布



結果 (1)

- 対象となるトリガー
 - “mu18”: $p_T > 18\text{GeV}$ 、IDとMSの両方を用いる
 - “mu40_MSonly_barrel”: $p_T > 40\text{GeV}$ 、 $|\eta| < 1.05$ 、MSのみを用いる
 - 上記二つのトリガーのどちらかをパスする効率を測定

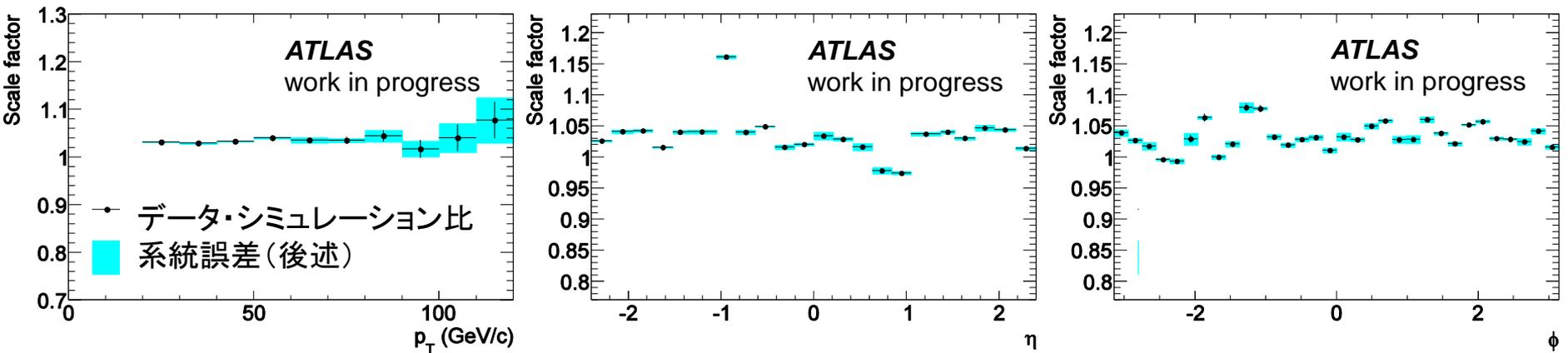


	DATA	MC
トリガー効率	0.83252 ± 0.00051	0.80630 ± 0.00020

データ・MC間で
効率に約3%の違いが見られる

結果 (2)

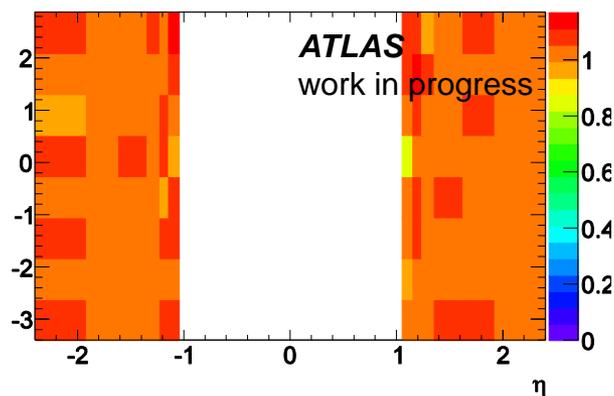
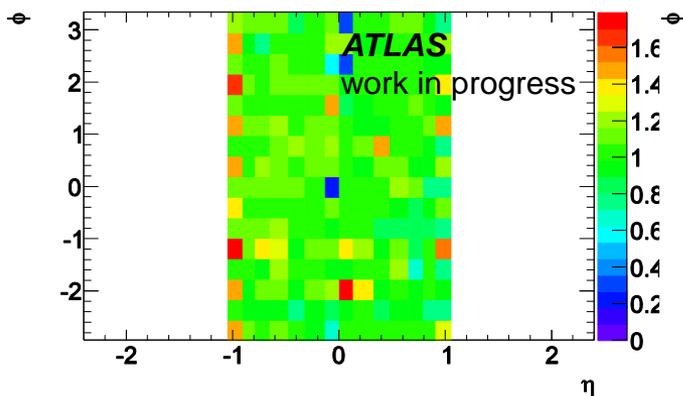
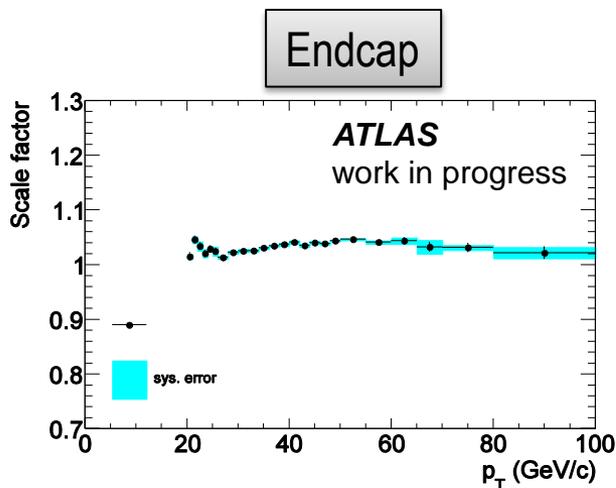
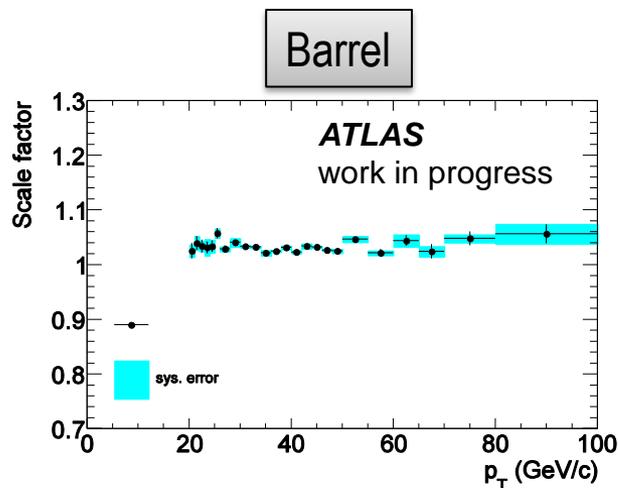
- (実データでの効率) / (MCでの効率) で比較



- データとMCの違いが変数に依存して現れている
- 検出器の領域で分けた場合、さらに η - ϕ 平面での場合を調べた(次項)

結果 (3)

- 検出器の領域で分けた場合
(Barrel: $|\eta| < 1.05$, Endcap: $|\eta| > 1.05$)



- Barrelでは検出器の位置に依存して違いが現れる
- Endcapでは若干の p_T 依存が見られる

さらにトリガーの各段での効率を調べた(次項)

Level 1での効率

- オフライン再構成されたミュオンに対するLevel 1の効率

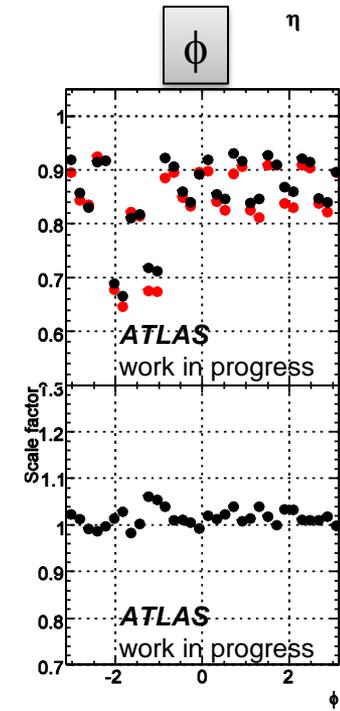
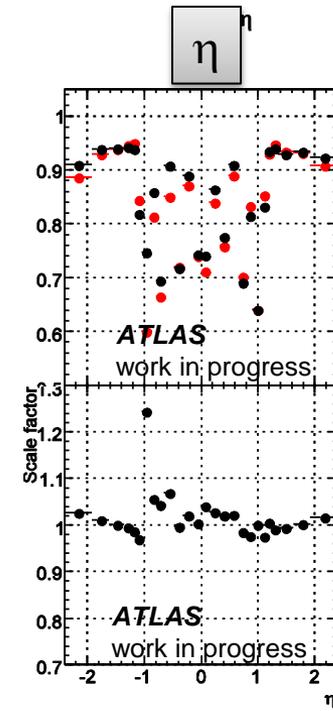
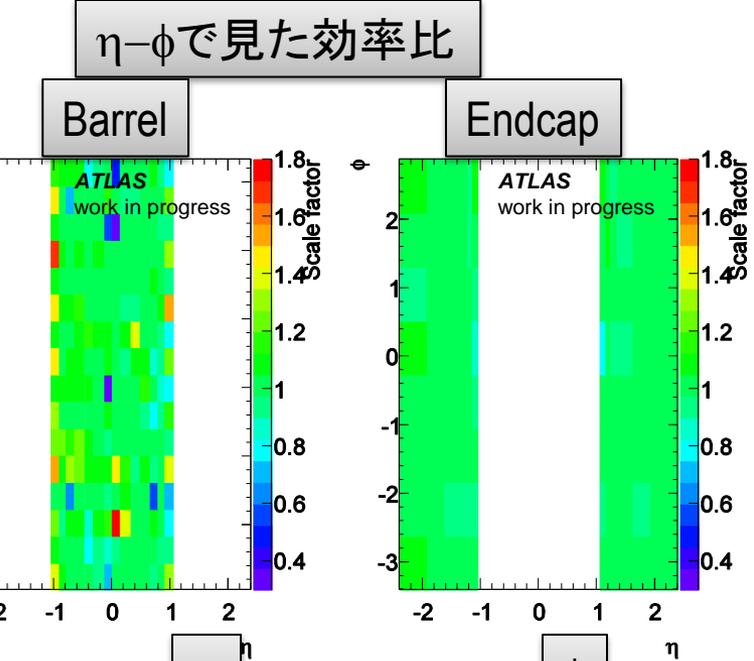
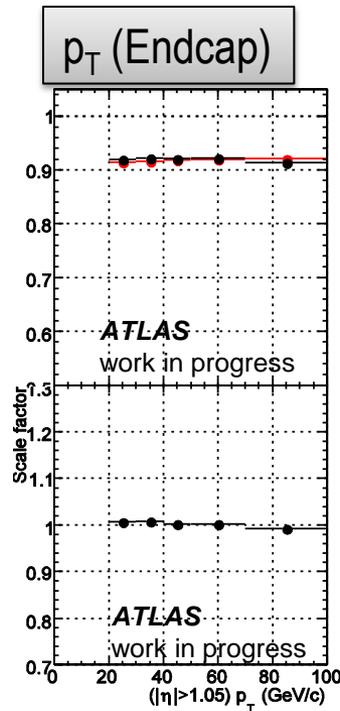
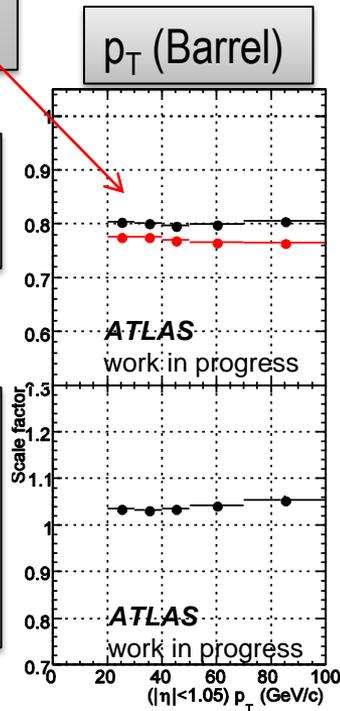
Barrelでデータの効率が
高い
• 検出器のHV制御に改善があり、その効果と考えられる

Barrelでの位置依存はLevel 1で現れている
• 原因を調査中

データ
シミュレーション

効率

Scale Factor



Level 2での効率

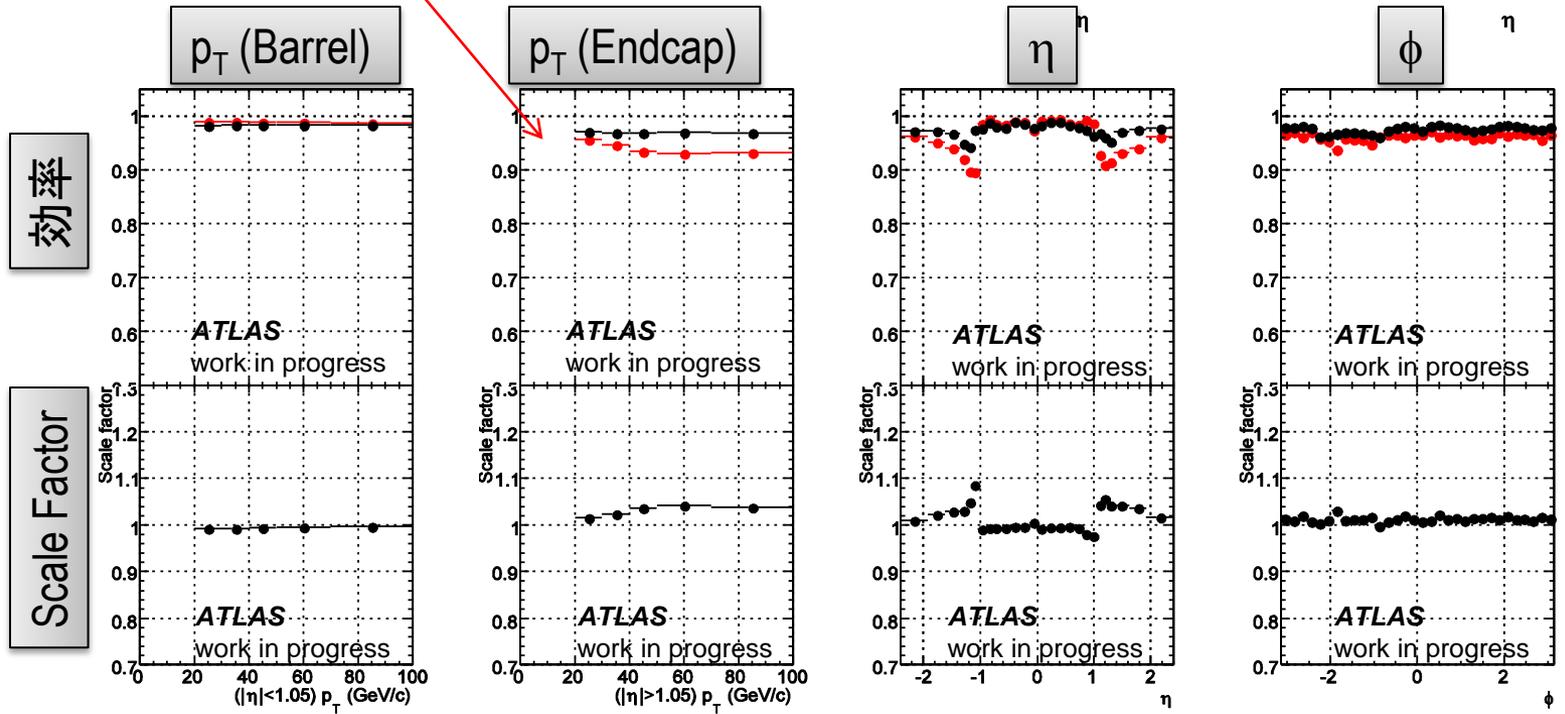
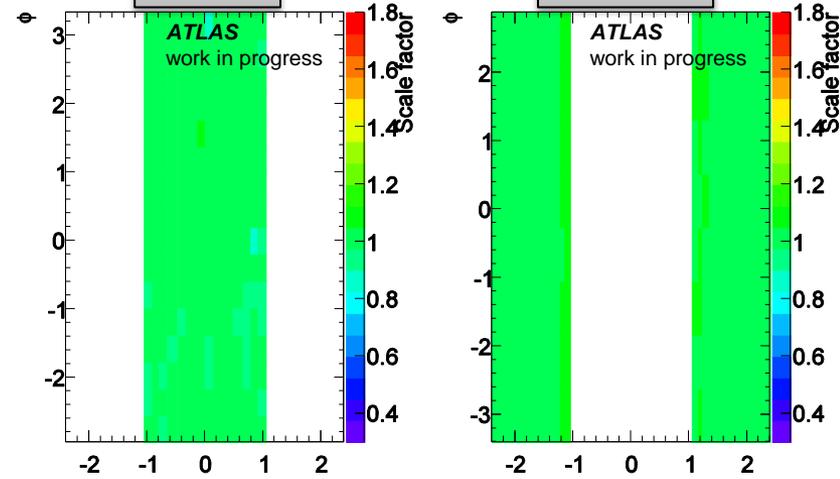
- オフライン再構成され、
Level 1をパスしたミュオンに対する
Level 2の効率

Endcapでの p_T 依存がLevel 2で
現れている
•原因を調査中

η - ϕ で見たScale Factor

Barrel

Endcap



データ
シミュレーション

効率

Scale Factor

p_T (Barrel)

p_T (Endcap)

η

ϕ

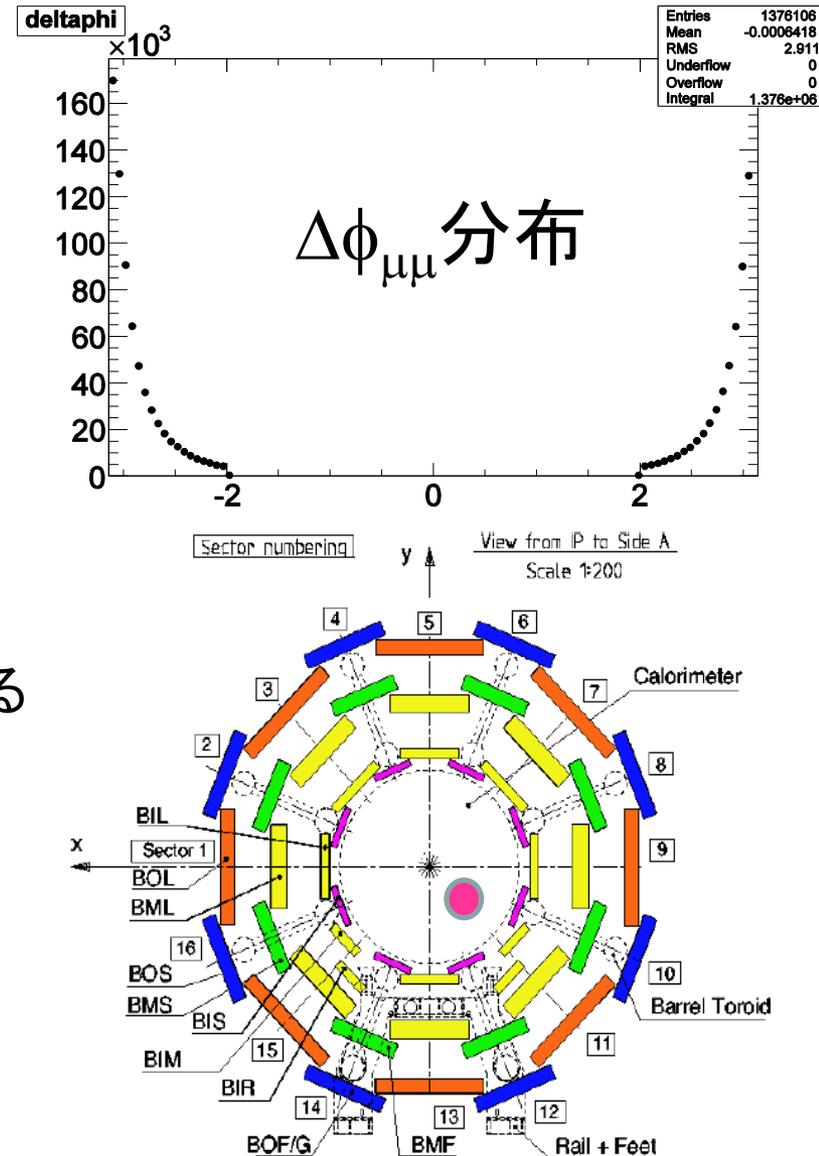
系統誤差の評価

- 物理解析で、(実データでの効率) / (MCでの効率) = Scale Factorはデータ・MC間の違いを補正する係数として用いられる
- 事象選別時のカットの値を変えて、トリガー効率、ScaleFactorの変化分を系統誤差とした
 - $|m_{\parallel} - m_z| < 10 \pm 5 \text{ GeV}$
 - Tag muon $p_T > 20 \text{ GeV} \pm 10\%$
 - Tag muon isolation cut < 0.1 [-10%, nocut]
 - Probe muon isolation cut $< 0.1 \pm 10\%$
 - $|\Delta z_{0,\text{tag-probe}}| < 3 \text{ mm} \pm 10\%$
 - $|\Delta d_{0,\text{tag-probe}}| < 2 \text{ mm} \pm 10\%$
 - $|\Delta \phi_{0,\text{tag-probe}}| > 2 \pm 10\%$
 - matching distance between offline muon and trigger muon < 0.5
 - matching distance between offline muon and trigger muon < 0.1
 - $|\Delta \phi_{\mu\mu}| < \pi - 0.1$ (次項にて説明)

Z→μμ事象の特徴に起因するバイアス

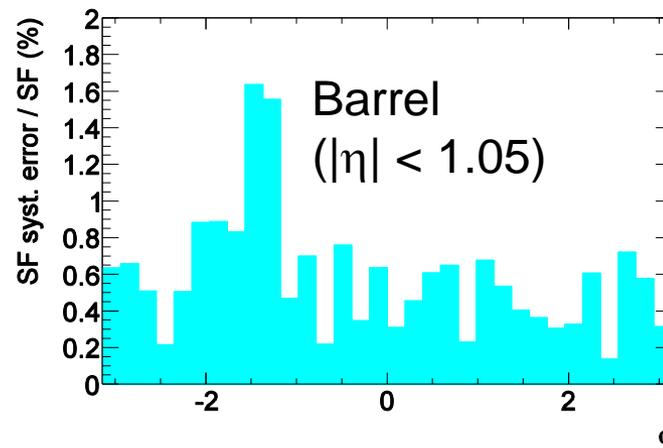
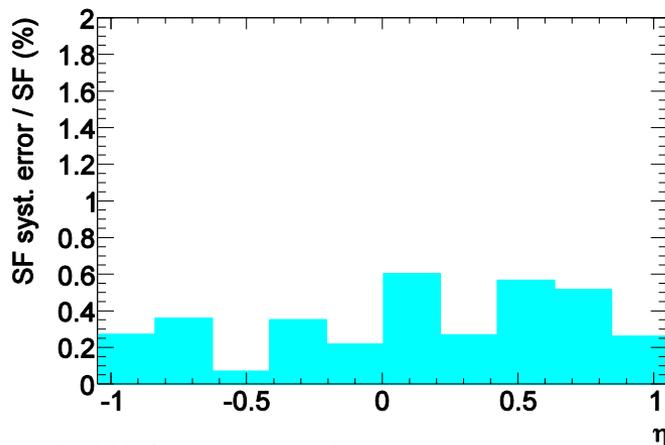
- ミューオン対はx-y平面で反対方向に運動量を持つ
- Barrelの領域でMuon Spectrometerは8回対称の構造をしている
→検出器にカバーされていない領域も8回対称となる
- Tagミューオンがトリガーされていることを要求するので、Probeミューオンの分布が検出器にカバーされているところに集まる傾向がある
- 測定された効率が低い方向にバイアス

この影響を調べるために、 $|\Delta\phi_{\mu\mu}| < \pi - 0.1$ のカットを加えて系統誤差を見積もった

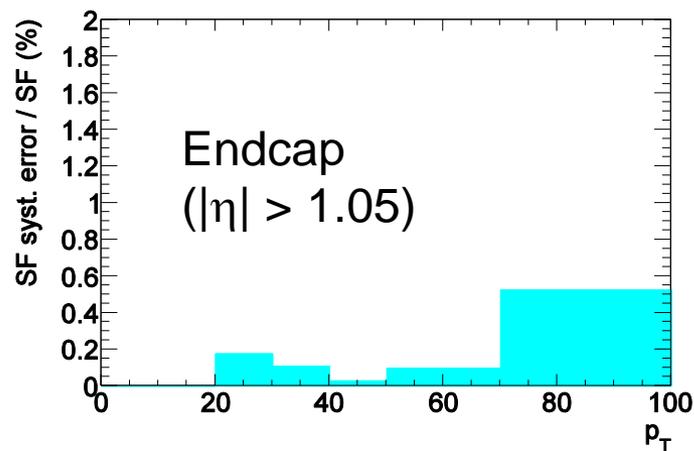


系統誤差の評価

- Barrel: η および ϕ を横軸にとり評価



- Endcap: p_T を横軸にとり評価



- 0.1% ~ 1%程度と見積もれる

まとめ

- 2011年に取得されたデータ(総積分ルミノシティ 1.03fb^{-1})におけるミュオントリガーの効率測定を $Z \rightarrow \mu\mu$ 事象を用いるTag&Probe法を用いて行った。
- シミュレーションでも同方法を用いてトリガー効率測定を行い、またデータとシミュレーションの効率の比(Scale Factor)を導出して比較した。
 - BarrelでScale Factorの η - ϕ 依存が大きい
 - Level 1で現れる
 - Endcapでは若干の p_T 依存が見られる
 - Level 2で現れる
 - 具体的な原因を調査中
- Scale Factorの系統誤差を0.1% ~ 1%程度と見積もった。