

bクォーク由来のジェットを用いた ATLASレベル2ミュオントリガーの性能評価

日本物理学会 2010年秋季大会
九州工業大学戸畑キャンパス

東工大, 神戸大^A, 東大理^B, ハンブルク大^C, 高工研^D

管野貴之

石川明正^A, 岡田勝吾^A, 奥山豊信^B, 久世正弘,

藏重久弥^A, 小森雄斗^B, 河野能知^C, 道前武^B,

徳宿克夫^D, 長野邦浩^D, 早川俊^A, 松下崇^A, 山崎祐司^A

目次

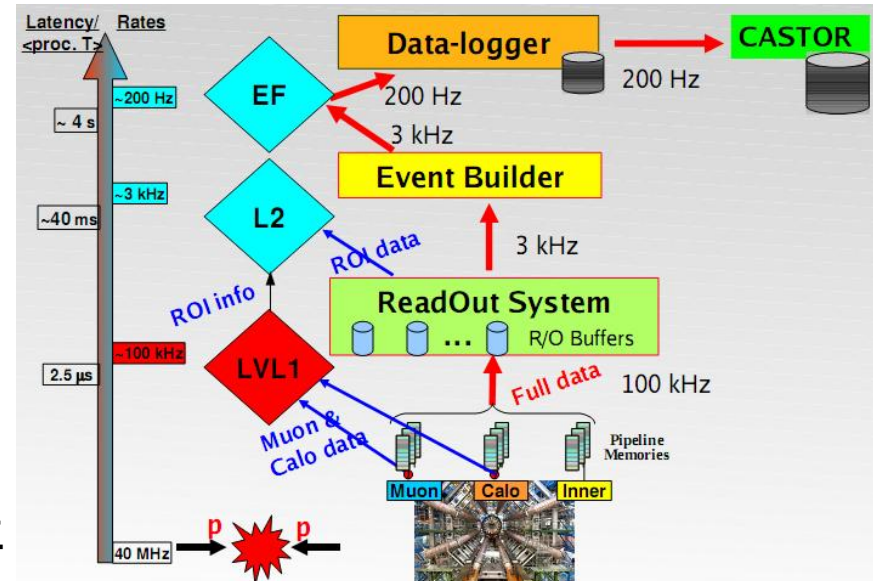
- ATLAS検出器ミューオントリガー
- Level 2ミューオン再構成アルゴリズムの性能評価方法
- これまでの問題点
- bクォーク由来のジェットを用いた評価
- 結果

ATLAS検出器ミュオントリガー

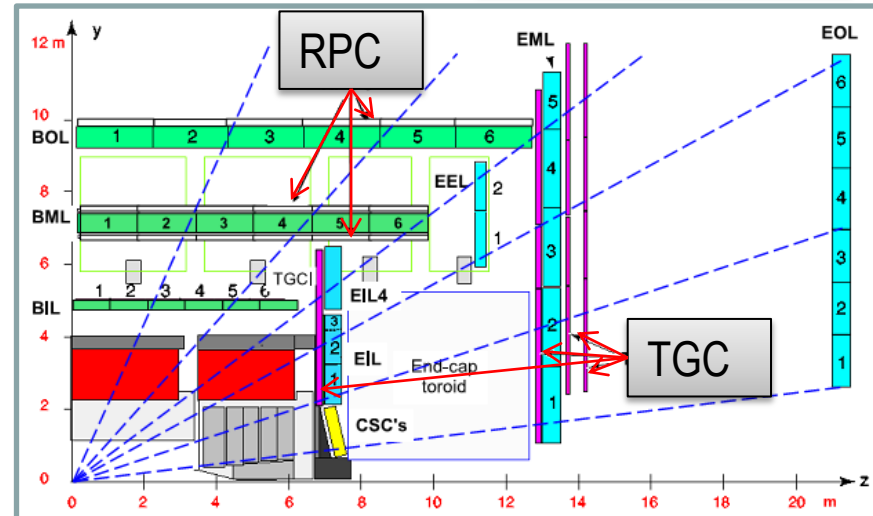
- ATLASトリガーシステム
 - ハードウェアロジック回路からなるLevel 1と、ソフトウェア処理によるLevel 2、Event Filterで構成

ミュオントリガー

- Level 1
 - TGC (Thin Gap Chamber) とRPC (Resistive Plate Chamber) の2つの高速応答検出器によるミュオン識別、再構成
- Level 2
 - Level 1の位置情報をもとに、その付近でミュオンを探す
 - より高精度の位置検出器MDT (Monitored Drift Tube) も用いる
 - 内部飛跡検出器のトラックとの結合、等
- Event Filter
 - Event Builderによってオフラインとほぼ同程度の再構成が可能



ミュオンシステム MDT: 緑および青



性能評価方法

今回は、Level 2の内ミュオンシステムのみを用いた

ミュオン再構成アルゴリズムの性能評価について報告する

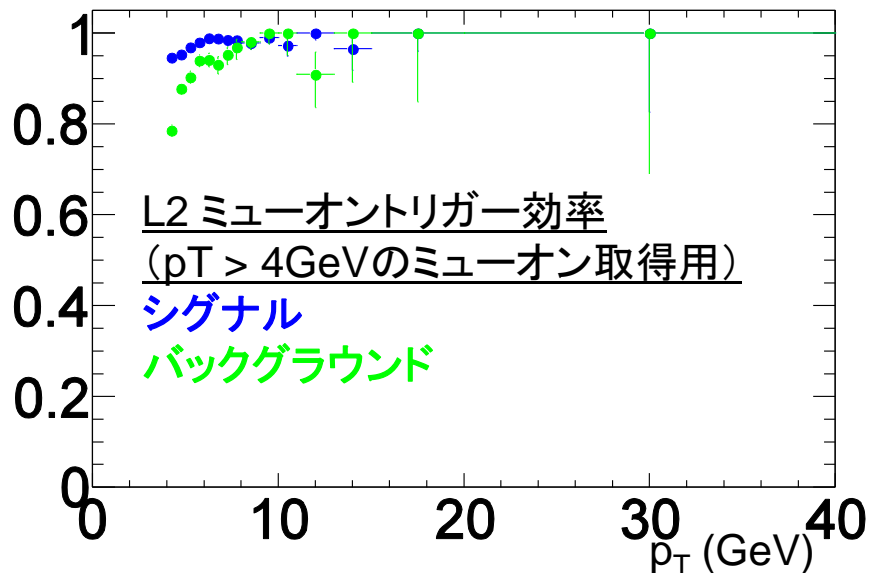
- 初期衝突データ $\sim 90\text{nb}^{-1}$ は、Level 1ミュオントリガーをパスした事象をすべて保存
 - オフライン解析にてLevel 2トリガーの性能評価が可能
 1. オフライン再構成によってミュオンを選び出す
 - 内部飛跡検出器とミュオンシステムの飛跡のマッチングを要求
 2. そのミュオンとLevel 1情報とのマッチングをとる
 3. これについて、Level 2のアルゴリズムが再構成に成功したかを調べる
- シミュレーション
 - Minimum Biasモンテカルロサンプル
 - (* 一部にdi-Jetモンテカルロサンプルを使用)
- Level 2ミュオン再構成アルゴリズムの詳細な性能評価については“**実データを用いたATLASレベル2ミュオントリガーのコミッショニング**” (14pSM10, 登壇者: 道前武) を参照してください。

問題点

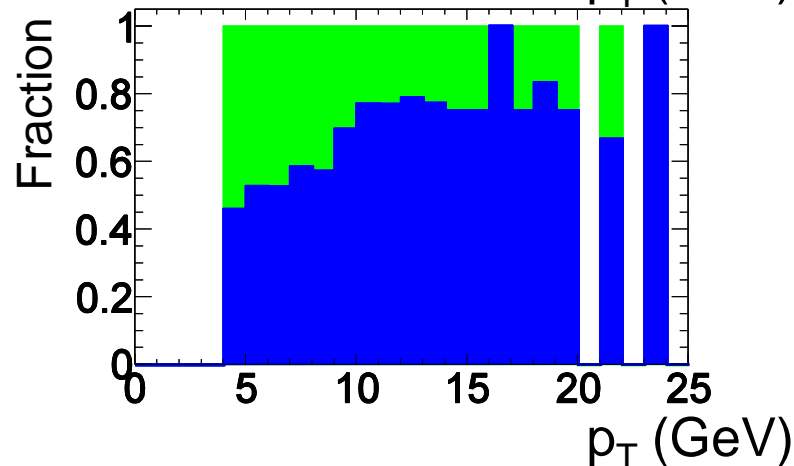
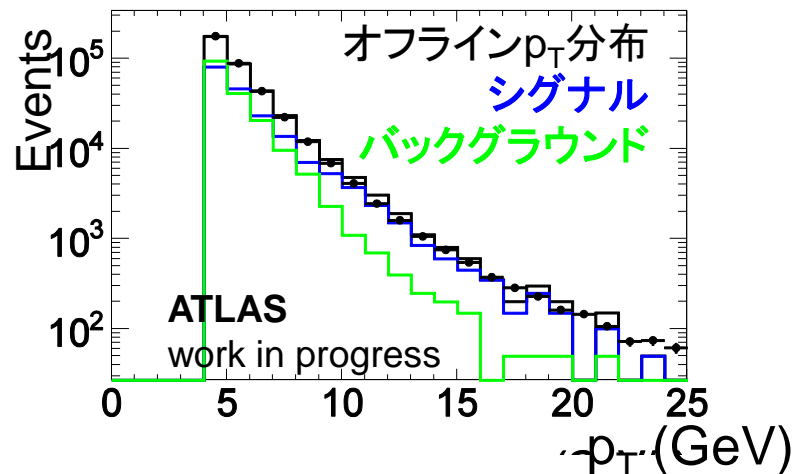
- ミューオンの内訳

- シグナルミュオン
 - 衝突点付近で生成
- バックグラウンドミュオン
 - 内部飛跡検出器やカロリメーター中で π/K が崩壊してできるミュオン
 - カロリメーター中でのハドロンシャワー形成に伴い生成されるミュオン

アルゴリズムはシグナルミュオンを仮定しているため、シグナルとバックグラウンドではトリガーは異なった振る舞いを見せる



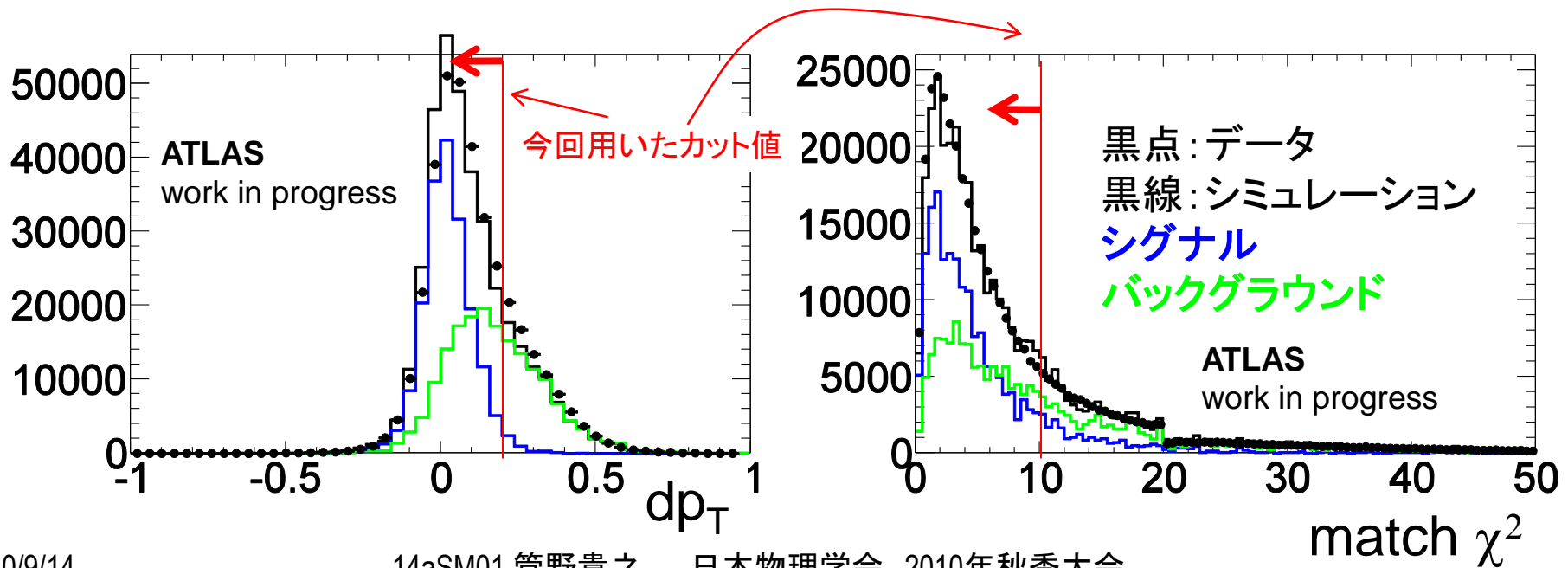
*ミュオンの内部飛跡検出器でのトラックと MC truth information でマッチングを取り、重い粒子の崩壊でできたミュオンをシグナルとした



物理事象由来のミュオンに対するトリガーの性能をデータで検証することが重要

dp_T、match χ^2 を用いた対処法

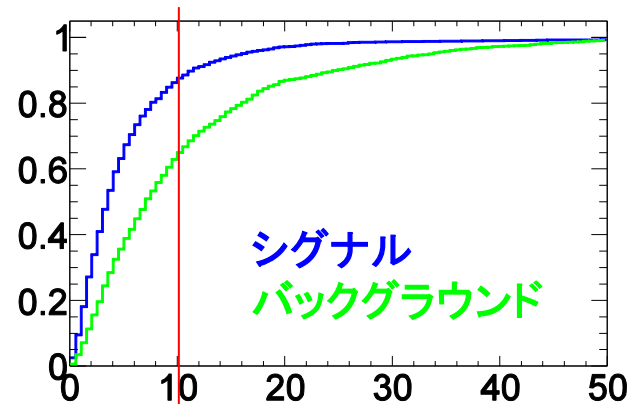
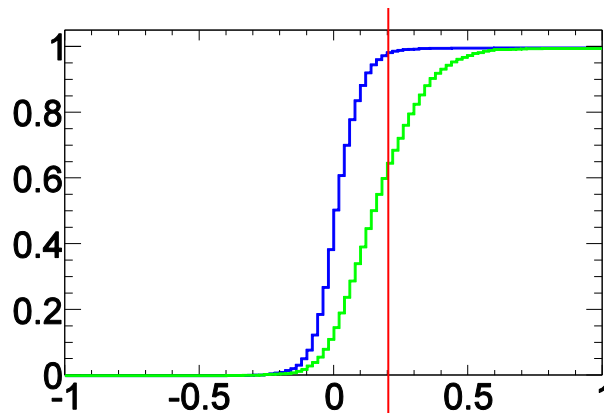
- 主なバックグラウンドである π/K の崩壊によって生成されたミュオンの場合、
 - 内部飛跡検出器 $\rightarrow \pi/K$
 - ミュオン検出器 \rightarrow ミュオンの飛跡を測定しているケースが多い
 $\rightarrow \pi/K$ 崩壊の寄与をデータで調べるため、
 - $dp_T = (p_{T,ID} - p_{T,SA}) / p_{T,ID}$ = 上記2つの検出器で測定された p_T の違い
 - match $\chi^2 = 2$ つの検出器の測定結果を結合する際の χ^2等の変数を用いられている。



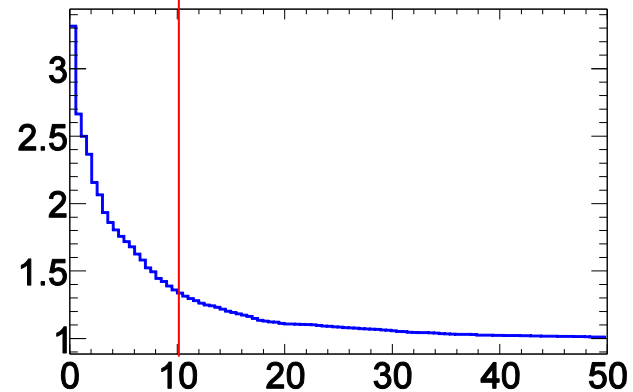
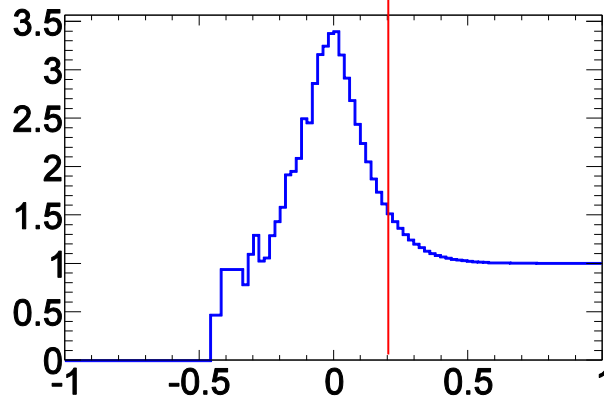
dp_T、match χ^2 カット

- dp_T、match χ^2 のカットによって得られる π/K 崩壊の寄与の除去効果

cutにより
残るmuonの
割合



s/nの向上率



dp_T

match χ^2

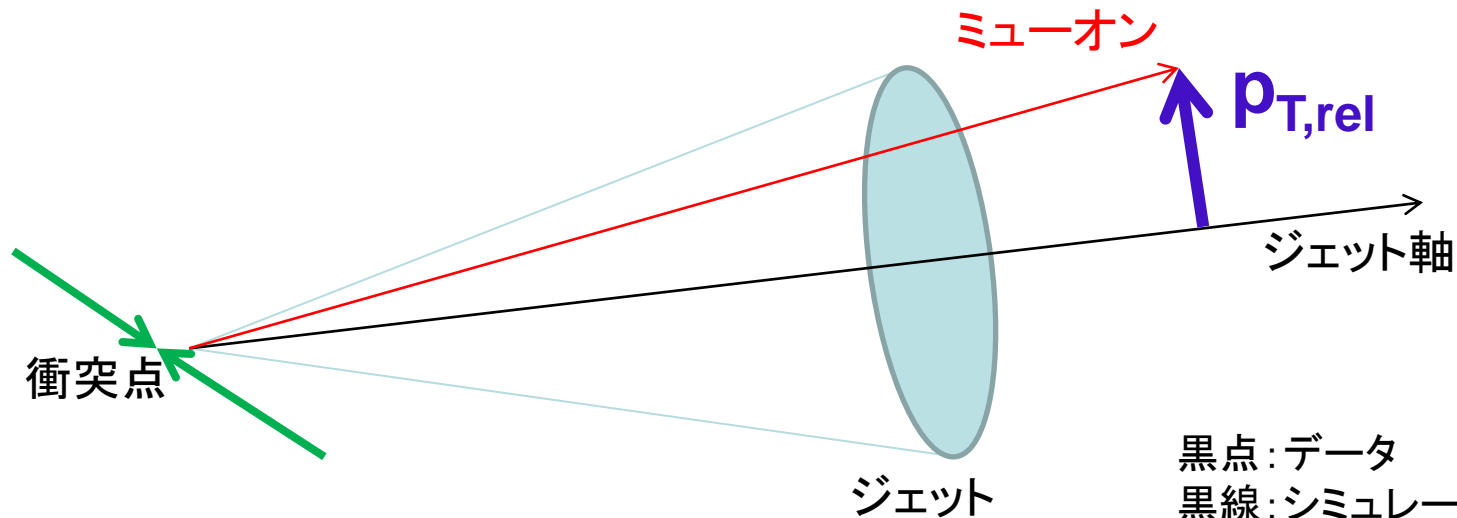
- 最大約3倍のs/n改善の効果

bクォーク由来のジェットを用いた評価

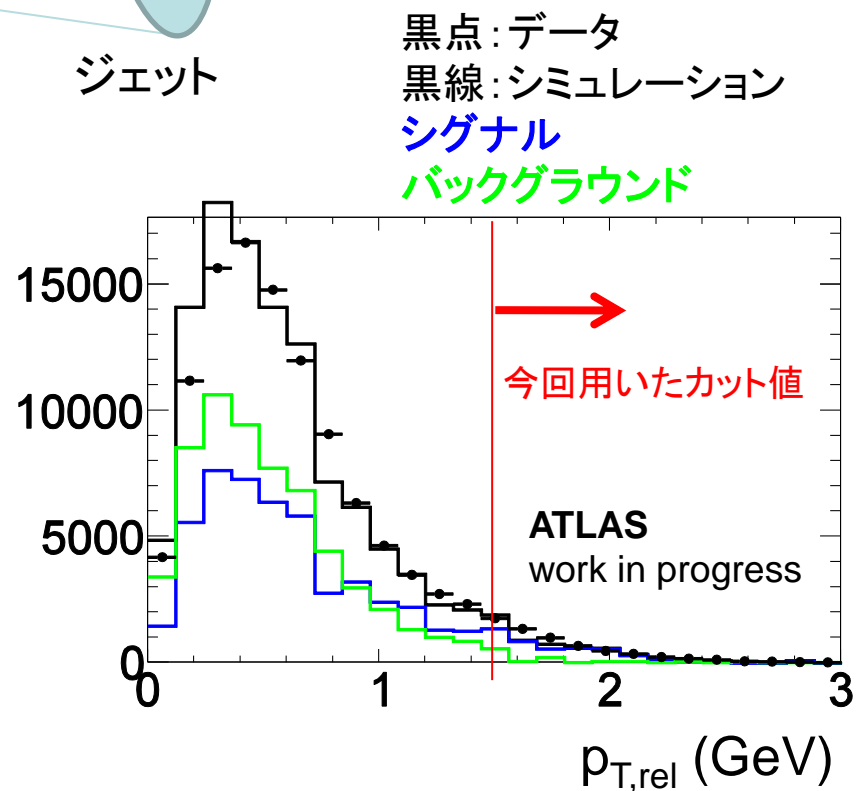
dp_T 、 $\text{match } \chi^2$ を用いるのとは独立な方法として、バックグラウンドの寄与を除去し、シグナルのミュオンに対するトリガーの性能を調べるために、ミュオンを含むbクォーク由来のジェットの選別を行った。

- b-ジェットの内20%
 - ミュオンを含む崩壊
 - bハドロンの直接崩壊、およびcハドロン経由での崩壊
 - シグナルミュオン

bクォーク由来のジェットの選別



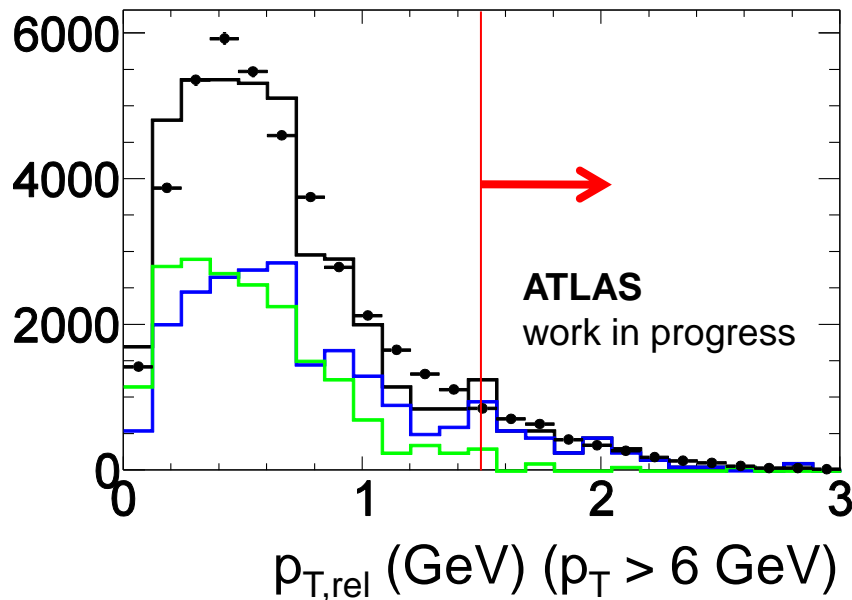
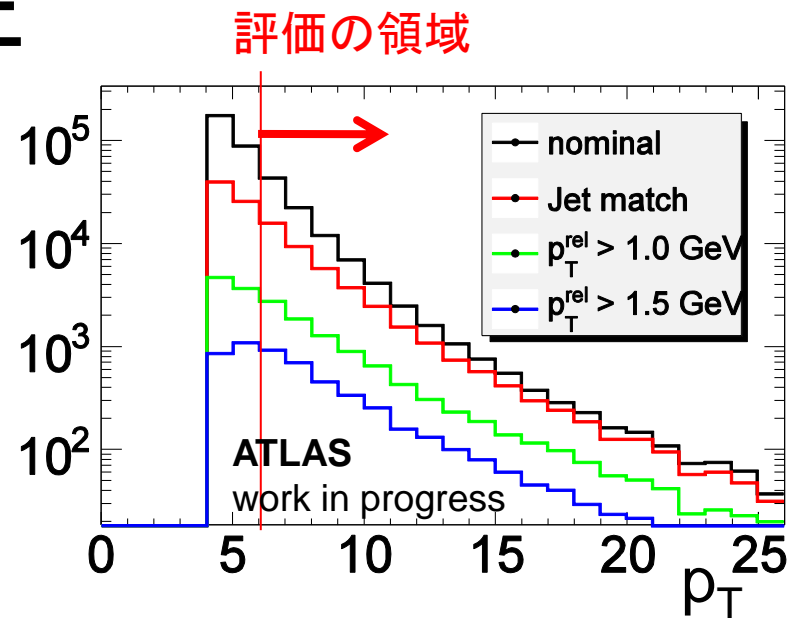
- $p_T > 5 \text{ GeV}$, $|\eta| < 2.5$ のジェットを使用
- 飛跡の運動量方向でジェットとミュオンのマッチングをとる
- $p_{T,rel}$: ジェットの軸方向に対するミュオンの垂直運動量成分
- bハドロンが重いため、 $p_{T,rel}$ は高い値になる傾向がある
→ $p_{T,rel}$ にカットをかけ、bジェットからのミュオンを選び出す



$p_{T,rel}$ カットの p_T 依存性

- ジェットマッチング、 $p_{T,rel}$ カットにより、 p_T 分布に変化が生じる
→ p_T 依存性

カットの評価は、分布の形状の変化の少ない $p_T > 6$ GeV で行った。

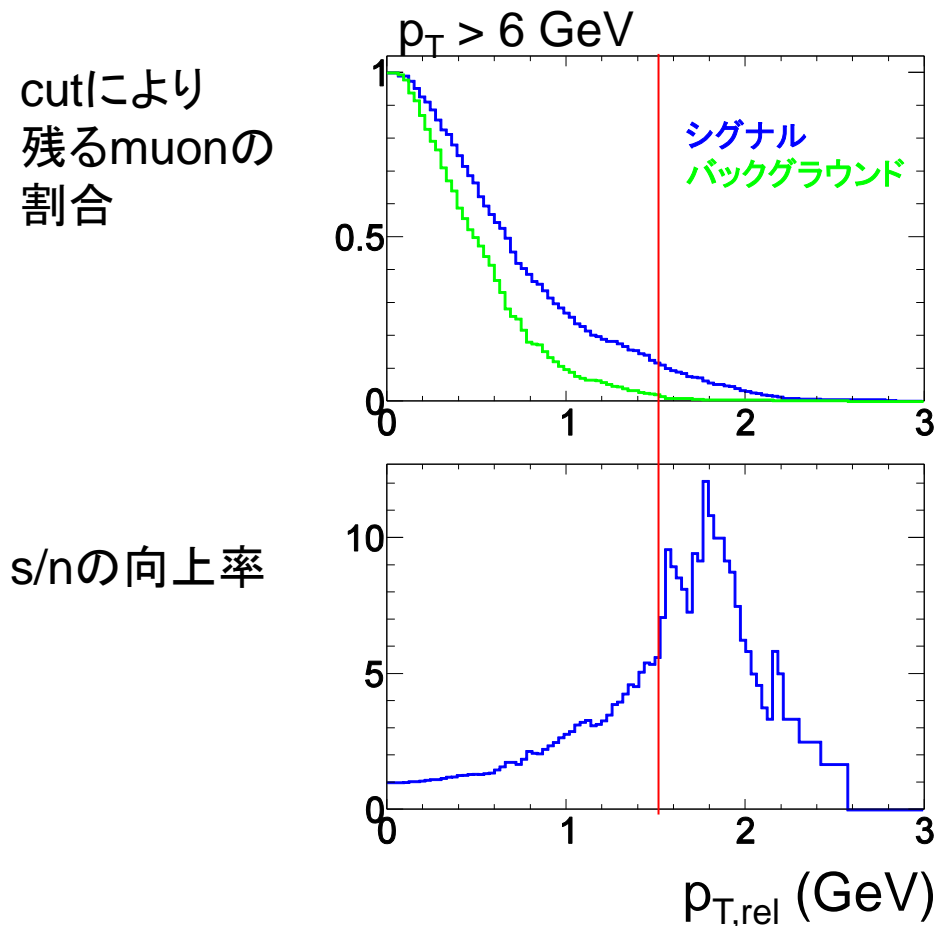


黒点: データ
黒線: シミュレーション
シグナル
バックグラウンド

$p_{T,rel}$ カットによって得られるバックグラウンドの寄与の除去効果

- ジェットマッチングの要求:

- ミューオン数 365155 \rightarrow 109528 (97860 \rightarrow 43475 @ $p_T > 6$ GeV)

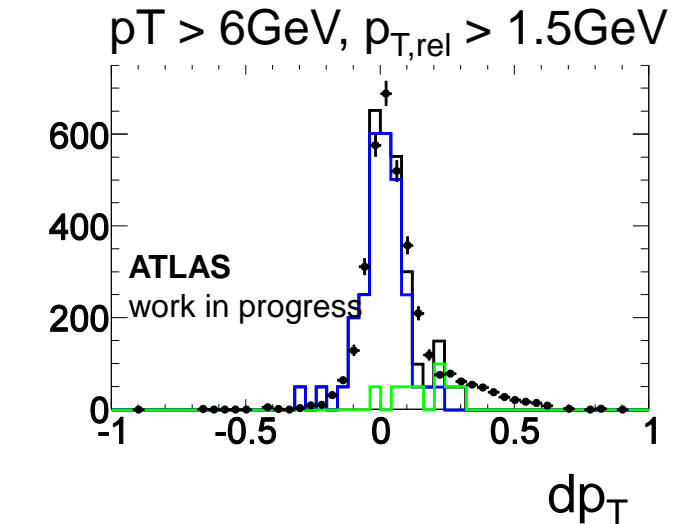
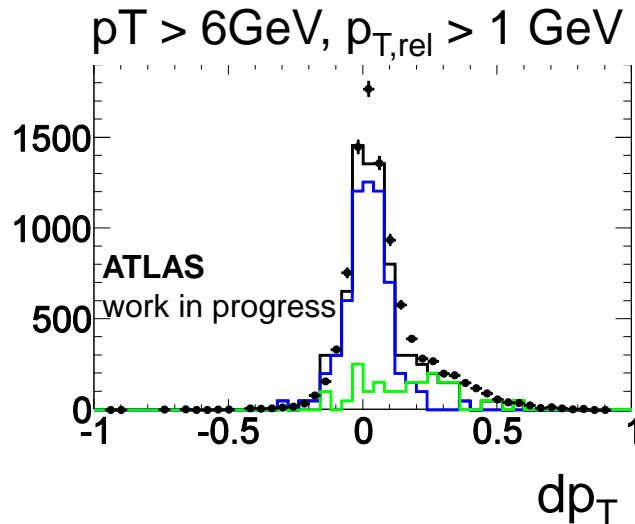
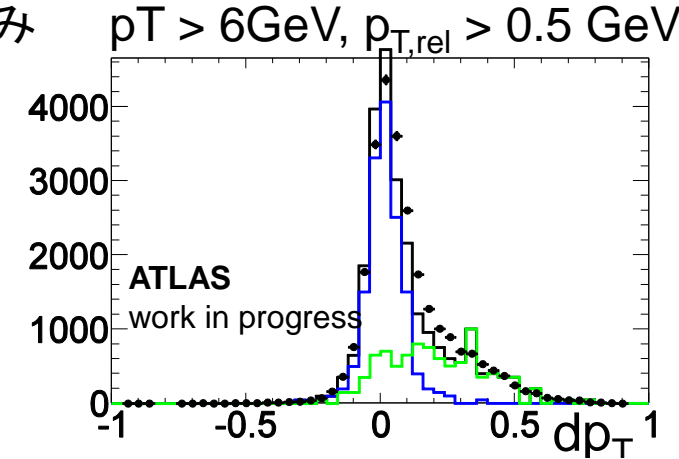
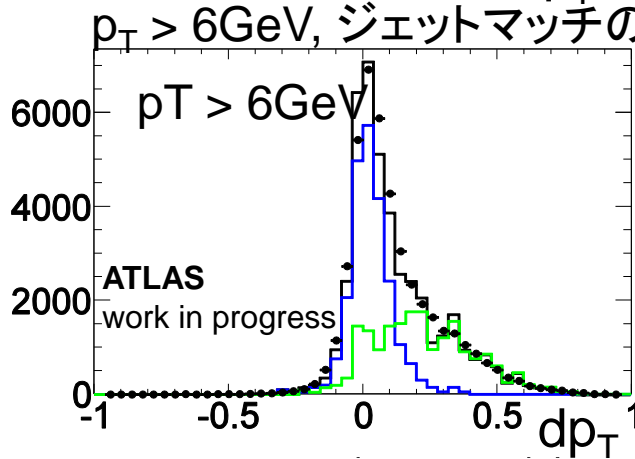


$p_{T,rel}$ のカットにより、
統計は大きく減るが
最大約10倍程度s/nの
改善が期待できる

$p_{T,rel}$ カットのデータでの検証

- $p_{T,rel}$ カットを段階的にかけていき、 dp_T 分布の変化を見た。

- データはシミュレーションと良く合っている
- π/K 崩壊寄与に特徴的な ~ 0.2 付近の分布が、データとシミュレーションで同様に減少の傾向を示す



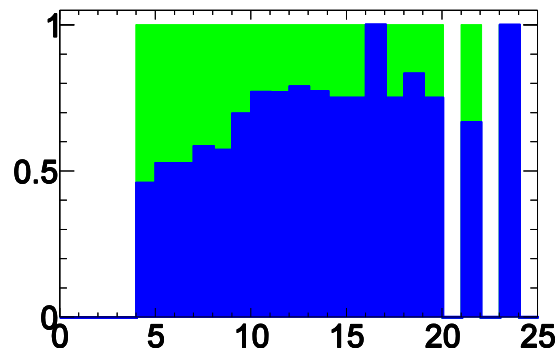
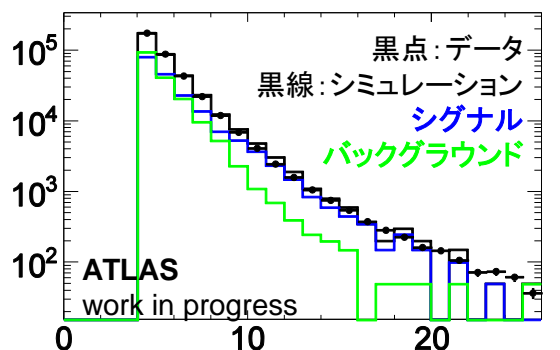
→ $p_{T,rel}$ カットをデータに用いることが可能

カットの導入

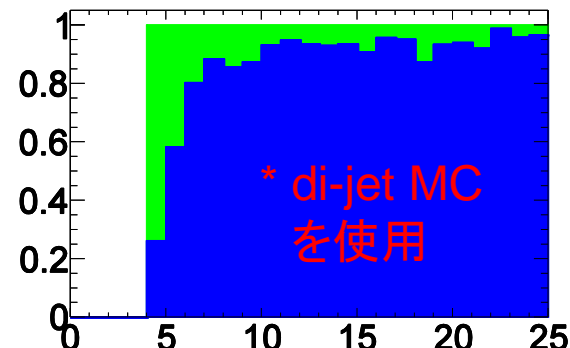
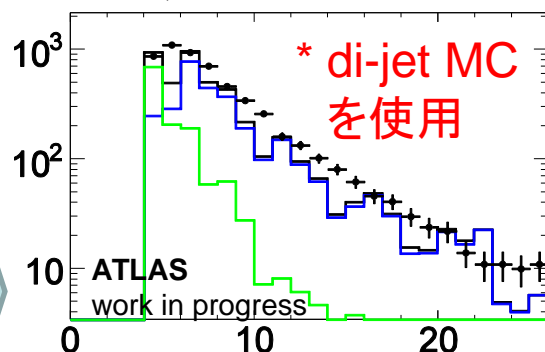
- $p_{T,rel} > 1.5 \text{ GeV}$,
- $dp_T < 0.2$, match $\chi^2 < 10$

の2種類のカット導入後のプロンプトミュオンの割合を調べた

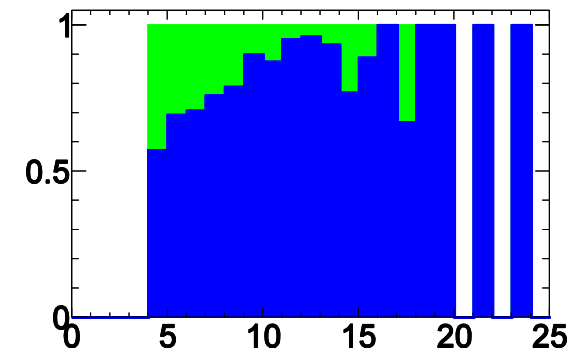
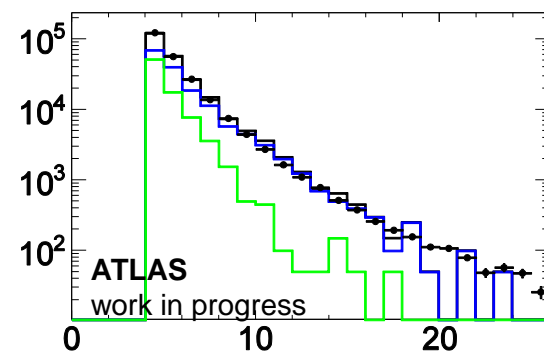
カット導入前



$p_{T,rel}$ カット

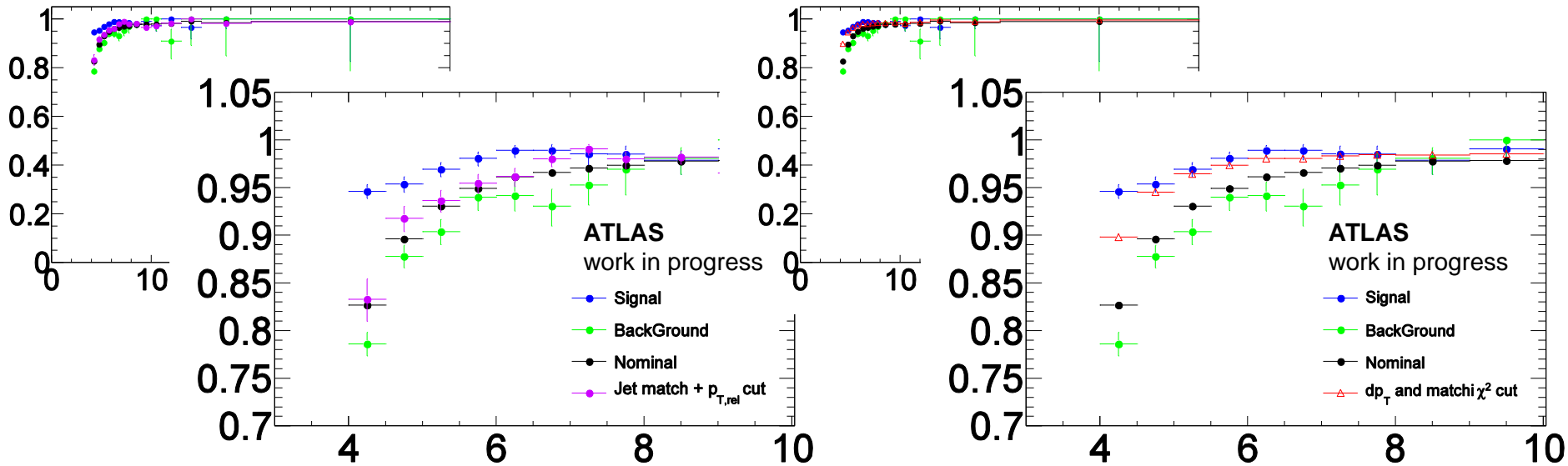


dp_T , match χ^2 カット



- $p_{T,rel}$ カット \rightarrow high p_T に有効、low p_T では逆効果か？

結果

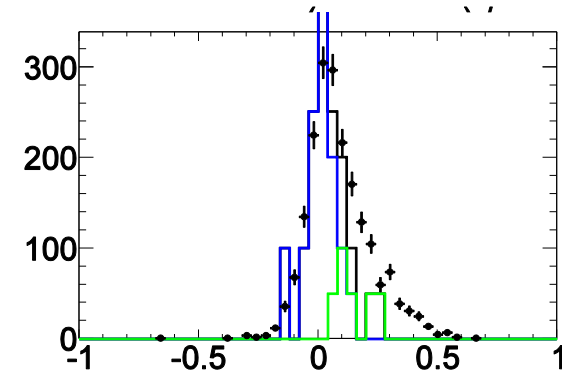
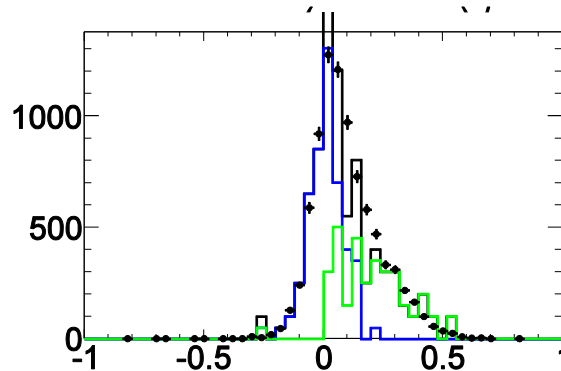
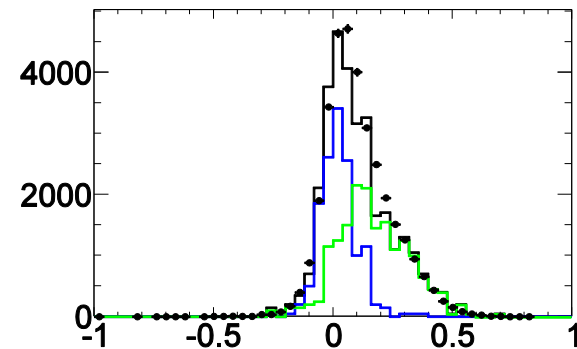
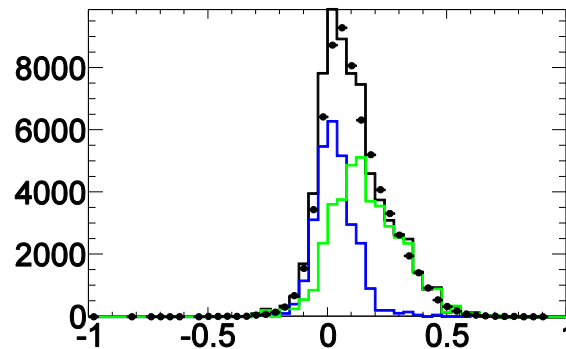


- ミューオンシステムのみを用いたLevel 2ミューオントリガー効率
 - $p_T > 4\text{GeV}$ のミューオン取得用
 - 黒: カット導入前、データ
 - 緑: π/K 崩壊の寄与、シミュレーション
 - 青: プロンプトミューオン、シミュレーション
- dp_T 、 $\text{match } c^2$ のカット(右図、赤)では曲線がプロンプトのそれにかかなり近づく
- $p_{T,\text{rel}}$ のカット(左図、紫)では、7 GeV付近でわずかにプロンプトに近づくが、それ以下の p_T 領域では元の曲線とあまり変わらない。
 - シミュレーションで見られたように、low p_T では $p_{T,\text{rel}}$ カットに効果がないためか

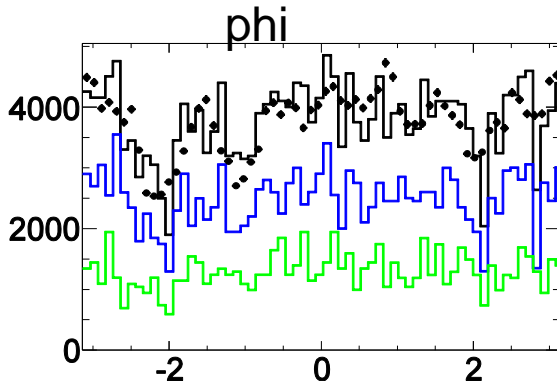
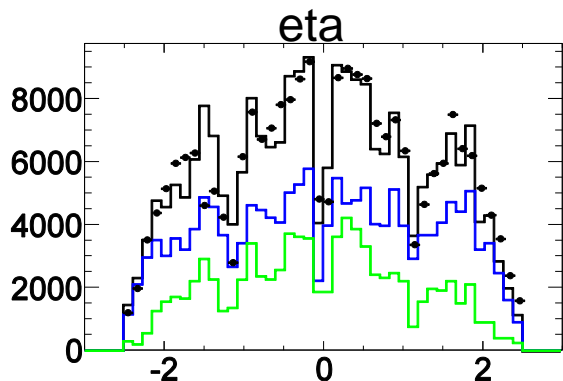
まとめ / 展望

- ATLASレベル2ミューオントリガーの性能評価を行った。
- シグナルのミューオンに対する性能を評価するために、s/nを向上する選別を行った。
 - bクォーク由来のジェットに含まれるミューオンを用いた。
 - $p_{T,rel}$ のカットにより、bハドロンなどの重い粒子の崩壊で生成されるミューオンを選別
- $p_{T,rel}$ のカットについてシミュレーションとデータで検証を行った。
 - High p_T のミューオンに対してs/nの改善に有効であるという結果を得た。
- セレクション後のLevel 2ミューオントリガー効率を調べた。
 - 今回調べた $p_T > 4\text{GeV}$ のミューオン取得用トリガーでは $p_{T,rel}$ カットの有効性は示されなかった。
 - シミュレーションで示唆されたように、Low p_T のミューオンに対して $p_{T,rel}$ のカットが有効ではないためと考えられる。
- 今回得られた、High p_T での $p_{T,rel}$ カットの有効性を生かしていきたい。
 - より高い p_T を取るためのトリガーのための解析など

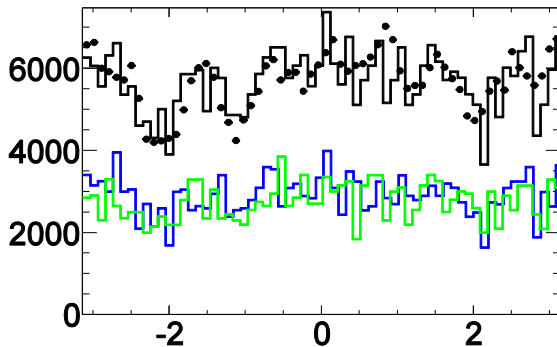
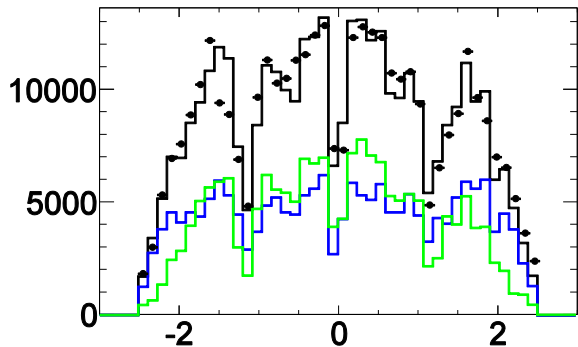
$\rho_{T,rel}$ カットの検証: $pT < 6$ GeV



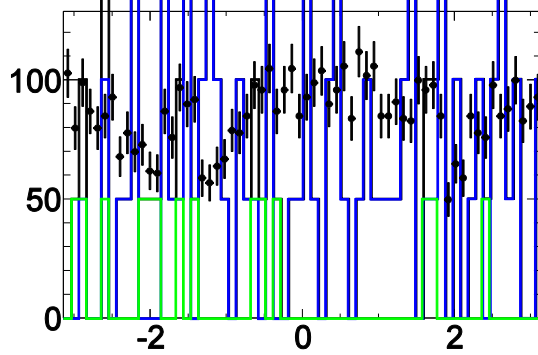
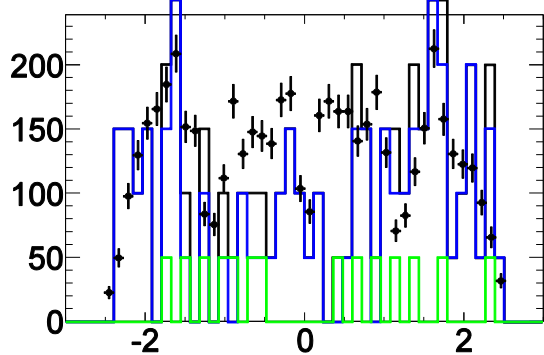
$p_{T,rel}$ match χ^2 Cut



Nominal



$p_{T,rel}$ Cut



(本頁)
ptrelカットはeta分布に
変化を与える

(前頁)
dptカットによるturn-onの
立ち上がりの変化は
barrel, endcap共に
見られる

barrel, endcapで分けて
見ても、ptrelカットが
turn-onをシャープにする
効果は見られない

