

高輝度化におけるミュオン検出器の展望

本研究の目標

L2SAとNSWの組み合わせにより、高輝度下で運用可能かつ高精度な再構成を可能にする

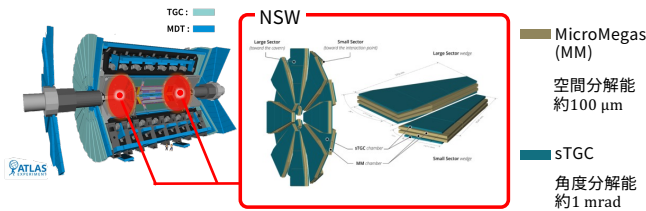
◆ LHC-ATLAS実験の動向

高輝度化による大統計データの取得を目的として、2030年にアップデートが行われる

◆ NSW(New Small Wheel)の設置

NSWとは...

磁場領域前(E)に実装された高い位置分解能により高精度な飛跡再構成が可能なミュオン検出器



ATLAS検出器におけるNSWの位置[2]

◆ トリガーシステムとL2MuonSA

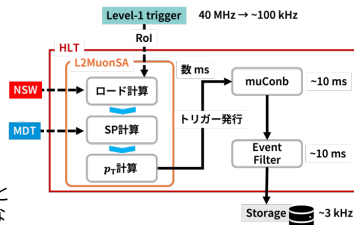
トリガーシステム: 膨大な事象から興味のある事象を選別するシステム

HLT (HighLevel Trigger)

トリガーシステムの後段にあたる、CPUベースで高精度な選別を行うトリガー

L2MuonSA

初段トリガー(L1)によるRoIとMDTを用いて、より高精度なトリガー発行を行う

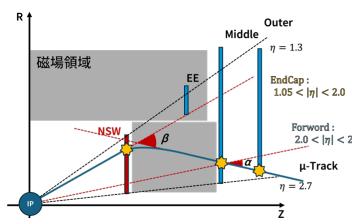
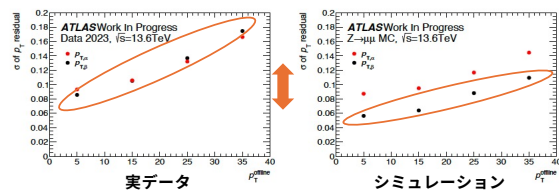


HLTにおけるL2MuonSAの処理フロー

L2MuonSA + NSW の問題

問題点

L2MuonSAにおいてシミュレーションと比較して実データでの p_T 分解能が低下している



先行研究[1]

MMのhitが飛跡再構成に用いられていないことに着目し、これを改善するようなhit選択アルゴリズムを試したが精度は改善せず

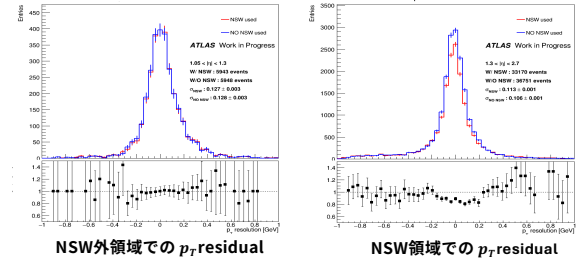
本研究のアプローチ

NSWをL2MuonSAで使用しているものと使用していないものを比較し、一致しない情報をたどることで原因を追求

➢ 2024年に取得した実データに対して、L2MuonSAでNSWを使用した解析と使用していない解析の間にどのような差が生じるかを検証した

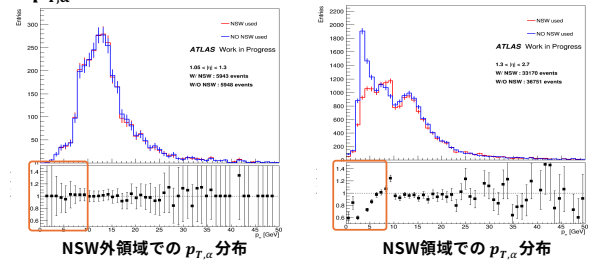
実データ解析におけるNSWの有無による差異

p_T residual分布に差が生じている



▼ NSW領域では先行研究と同様にNSW使用時の p_T 分解能が低い

低 $p_{T,\alpha}$ の分布数に差が生じている



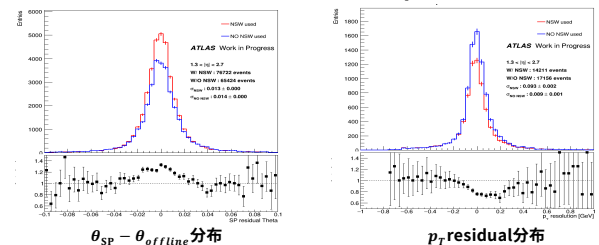
▼ 3~10 GeVでNSW使用時のデータ数が顕著に減少している

これらの結果から...

低 p_T 粒子に精度悪化の直接的な原因があるのでは？

NSW領域かつ低 p_T でのL2MuonSA

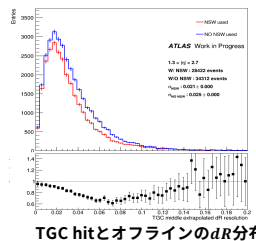
L2MuonSAにおけるSP角度再構成精度と p_T 分解能



▼ 3~10 GeVでの p_T residual分布はデータ数の減少と、精度の悪化が見られた

▼ SPの角度再構成に関しては、NSWを用いたことによるデータ数の増加と精度の向上が見られた

ロードの計算に用いるTGC hitにおけるNSWの有無による違い



$$dR = \sqrt{(\eta_{TGC} - \eta_{off})^2 + (\phi_{TGC} - \phi_{off})^2}$$

▼ NSW領域の分布に見られる傾向と同じようにNSWありのデータ数が減少している

▼ NSWの存在がTGCのhitを減少させている？

結論・展望

NSWの存在する領域かつ低 p_T 粒子のL2MuonSAで精度が悪化する

▼ SP位置精度が良いことから、 p_T の計算過程に問題が生じている可能性が示唆される

NSWのある領域でTGC hitが減少していることから、NSWの存在がTGCに影響している可能性がある

▼ NSW hitとのマッチングなどによってTGC hitが減少していると考えている