LHC-ATLAS実験2024年運転に向けた高速再構成SA

東京工業大学　理学院物理学系　久世研究室
石川諒

LHC-ATLAS実験

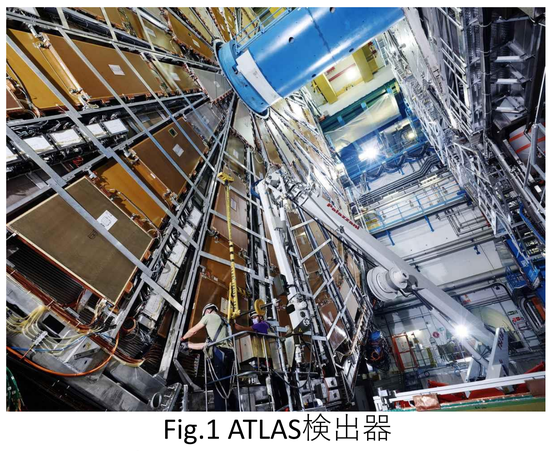
Fig.1 ATLAS検出器

世界最大の素粒子物理学実験であり, 陽子同士を13.6 TeVの重心エネルギーで衝突させることが可能である。加速された陽子-陽子対はATLAS検出器の中心で衝突し, 生成された粒子をATLAS検出器で検出する。これにより新物理の探索を行っている。

ATLAS検出器
・直径35 m ・長さ46 mの円筒形の検出器
・内側から内部飛跡検出器・カロリーメーター・ミューオン検出器が設置されている

トリガー
ATLAS検出器では25 ns毎に衝突が発生し, 衝突事象毎に16 MBのデータサイズを持つ。すべてを記録することは不可能であり高度なトリガーシステムが実装されている。

ハードウェアトリガー➡ 高速再構成SA➡高速再構成CB➡イベントフィルター　　ソフトウェアトリガー

➡興味のある衝突事象のみを選択して1/40000まで削減を行う必要がある。
➡ ミューオン検出器により発効されるソフトウェアトリガーの内, ミューオン検出器の情報のみで再構成を行うアルゴリズムを”高速再構成SA”と呼ぶ。

ミューオン検出器

ミューオン検出器の構造
・トロイド磁場中に設置
・16個のセクターで構成
・セクターにつき3層の検出器
・セクター11, 15のみ特殊な構造
➡検出器を支える足が存在
➡内側を**ラージとレールに分割**

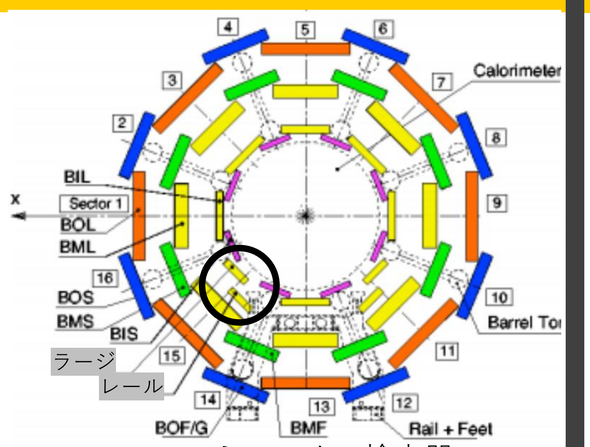

Fig.2 ミューオン検出器

高速再構成SAにおける運動量計算

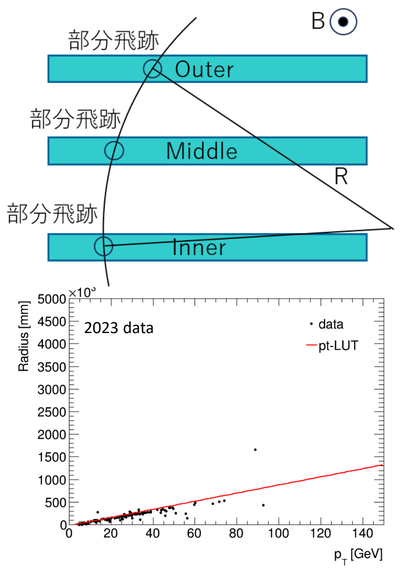

Fig.3 部分飛跡と曲率半径(上)
p_TとRの関係(下)

高速再構成SAの横運動量p_Tの計算ではミューオン検出器の情報のみが用いられる。

1. Muon検出器が部分飛跡を再構成
2. 部分飛跡を用いて曲率半径Rを計算
3. p_TとRの線形関係を用いてp_Tを算出

$$p_T = C_0 + C_1 R$$

係数は検出器の位置に依存する。
➡p_T -Look Up Table(p_T -LUT)に位置毎の係数を保存

セクター11, 15における補正

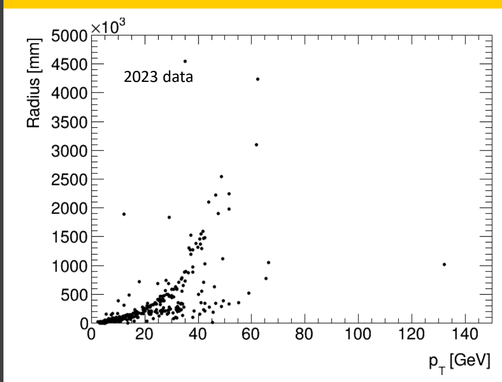

Fig.4 セクター11, 15における
p_TとRの関係

セクター11, 15において
p_T と R の間に非線形性が見られる。

前段補正
- 非線形の問題を解決するためのRに対する補正
- ラージ, レールに対して位置・電荷毎に補正

セクター11, 15での問題

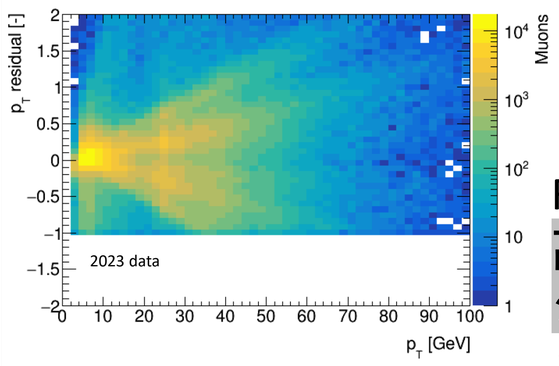

Fig.5 ラージにおけるp_T residual

$$p_{T_{residual}} = \frac{p_{T_{offline}}}{p_{T_{SA}}} - 1$$

Run2(2015-2018の運転)以降,
高速再構成SAで計算されたラージのp_Tに問題があることが報告されていた。

問題の発見と修正

部分飛跡がラージ・レール由来かの判別の問題を発見
- 前段補正はラージ・レールそれぞれに行われる
- 部分飛跡がどちらに由来するかの判別に問題

➡**ラージ由来の部分飛跡にもレールの前段補正がなされていた。**

2024年の運転に向けたラージ・レール判別の修正

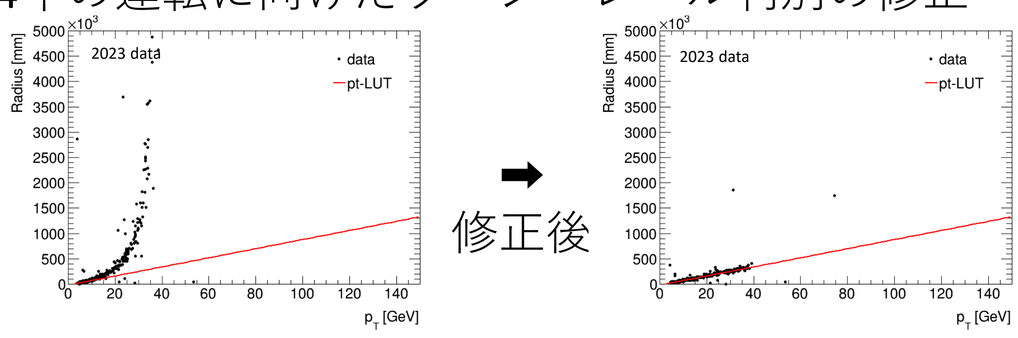

Fig.6 修正前のp_TとRの分布(左) 修正後のp_TとRの分布(右)

修正によりp_TとRの間に線形関係が見られる。
- p_T-LUTの係数と一致することが確認

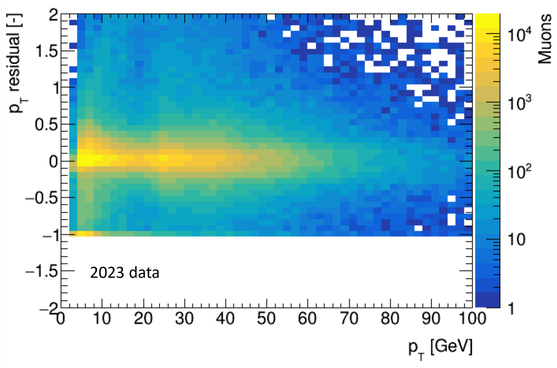

Fig.7 修正後のラージにおけるp_T residual

- **問題なくp_Tが計算されることを確認**
- p_T -LUTや前段補正を変更することなく問題が解決
- 今後トリガーの条件をより厳しくすることも可能

結論

高速再構成SAにおいてセクター11, 15のラージ領域で運動量の計算に長らく存在していた問題を修正した。
・ラージとレールの判別が機能しておらず問題を引き起こしていた。
・2024年の運転における高速再構成SAでのラージのp_Tの計算が正しく行われる。

➡今まで取りこぼしていたミューオンを回復！！