

加速器実験のための 高運動量ミュー粒子飛跡 検出回路の開発

高エネルギー素粒子物理学研究室 (N研)

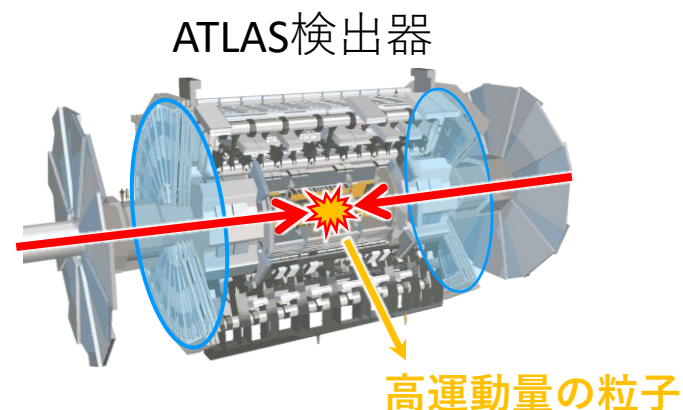
M2 三森 由暉

指導教員: 堀井泰之

ATLAS実験とTGC検出器

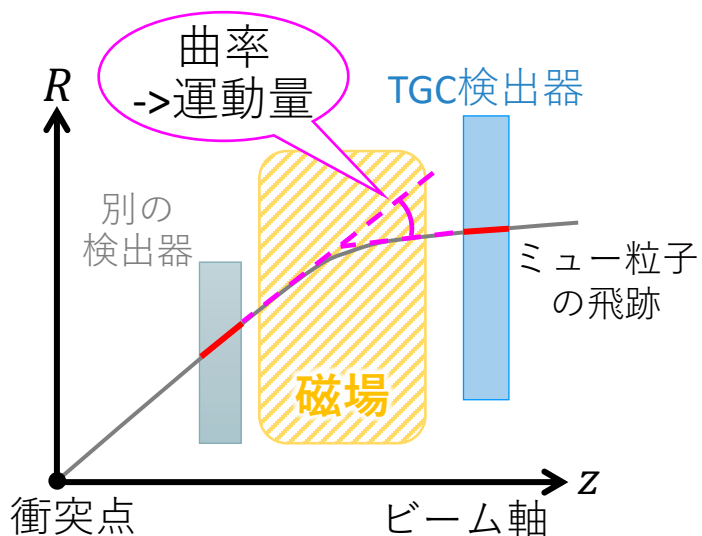
LHC-ATLAS実験

- 陽子の塊を加速、衝突させて
高エネルギー素粒子反応を観測する
(例) ヒッグス粒子のミュー粒子対崩壊
→ ミュー粒子の質量起源に迫る観測



Thin Gap Chamber (TGC)検出器

- ミュー粒子用の**多線式比例計数管**
- 磁場の前方の検出器と合わせて
高運動量のミュー粒子を検出する回路システムを開発する
- プログラミングできる回路(FPGA)に
実装するアルゴリズムから作り上げる

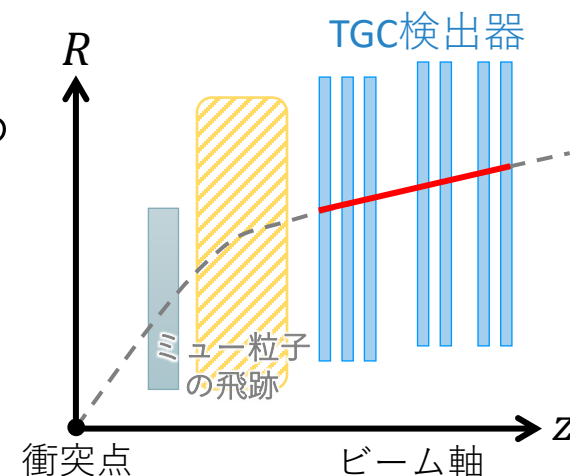


研究の目的

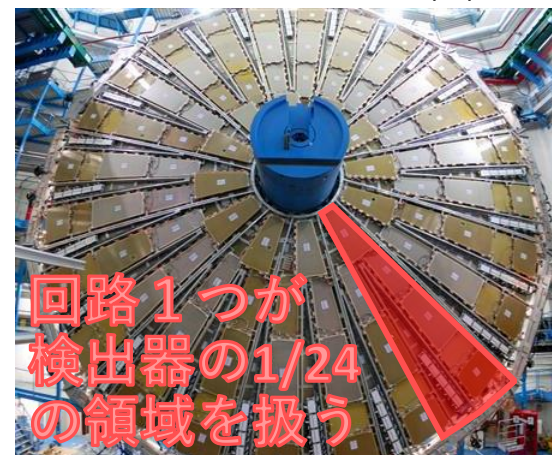
TGC検出器 7 層のヒット情報から
ミュー粒子の通過飛跡を検出する回路を作る

- 検出器の **~4,400 チャンネル** のデジタルなヒット情報を扱う **大規模な回路** となる
- **ノイズや衝突点以外から来る粒子を除去** しミュー粒子を **95 %以上の効率** で検出する
- **角度分解能 4 mrad以下の精度** (検出器限界) で飛跡を決定する
- **100 ns以内** で処理を実現する

ATLAS検出器におけるミュー粒子検出の
根幹を自分の手で作っている



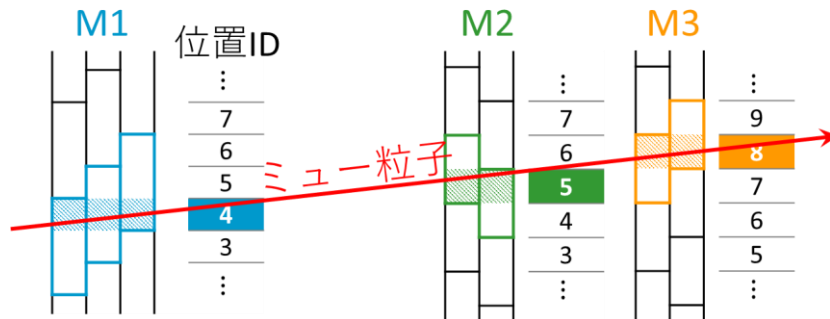
TGC検出器 正面図



飛跡検出の概要

2段階の処理で飛跡検出を実現する

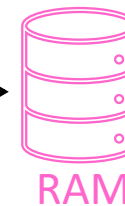
① 3層(M1)、2層(M2)、2層(M3)のまとまりごとにヒットが多く重なる位置IDを選ぶ



✎ ヒットの重なりを要求することで
ノイズを避ける

② M1 - 3の位置IDに対応する飛跡情報をRAM(記憶媒体)から得る

✎ RAMの情報を使うことで
衝突点以外から来る粒子や
低運動量ミュー粒子を除去する



- 飛跡らしい位置関係か
- 飛跡の角度

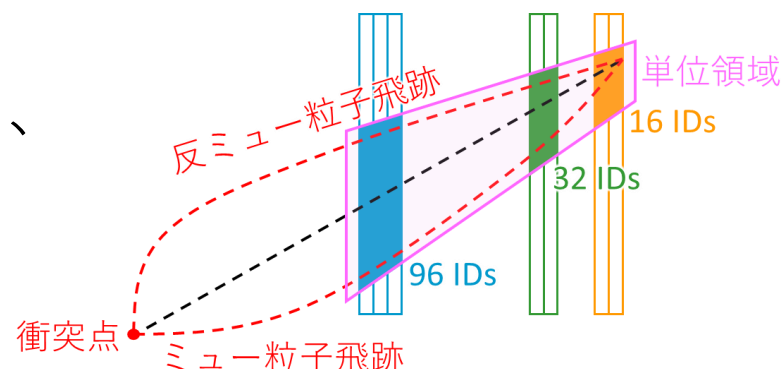
領域分割と開発

検出器領域の分割

- 検出器を90個の単位領域に分割し、領域ごとに並列に処理を行う

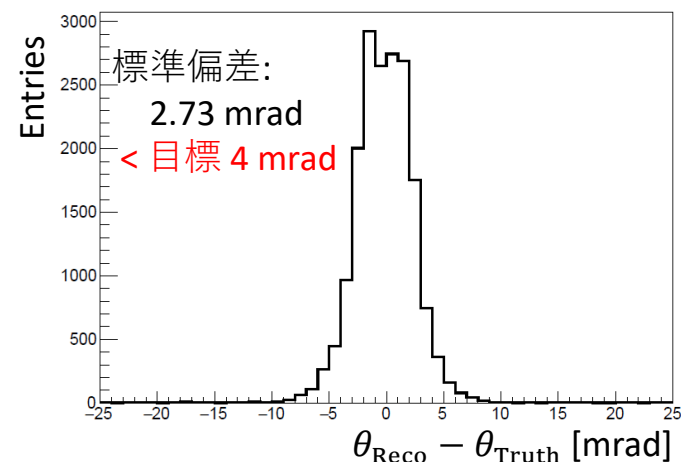
☑ 回路規模の削減

☑ 処理時間の短縮



回路の開発状況

- アルゴリズムを決定し
一部領域で回路作成、検証を行った
→ ~900 チャンネルを扱う回路が
期待通りの性能を示した



まとめ

LHC-ATLAS実験で高運動量のミュー粒子を検出するため、TGC検出器を使ったミュー粒子飛跡検出回路を開発している

- 本研究では**ATLAS**検出器におけるミュー粒子検出の根幹となる機構をアルゴリズムから自分の手で開発する
- 飛跡検出は2段階の処理でノイズや低運動量ミュー粒子を削減する
- 検出器の領域分けにより、コンパクトなアルゴリズムで並列な飛跡検出を実現する
- 検出器の~900チャンネルに相当する領域において、開発したアルゴリズムが回路として正しく機能した