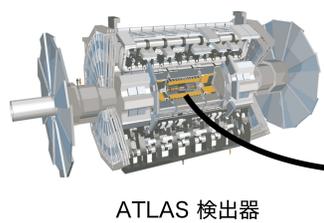
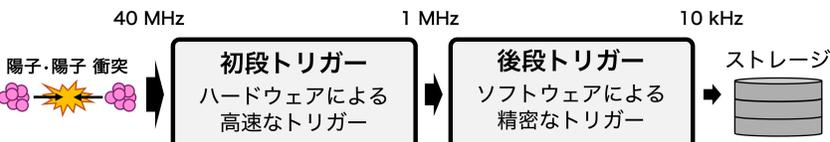


高輝度 LHC-ATLAS 実験



トリガーシステム

生成されるデータは膨大なため、データ選別を行うトリガーシステムを採用

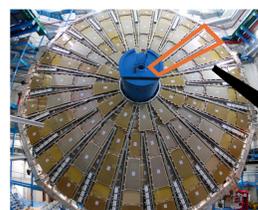


高輝度化アップグレード

- 2030 年からの運転を目標に LHC は高輝度化
- 陽子衝突頻度が増加
- データ収集量も大幅に増加
- 高輝度化に対応するため、ATLAS 検出器もアップグレード
- データ収集システムを刷新

初段ミュオントリガー

- ミュオン事象を対象とする初段トリガー
- ATLAS 検出器の外側に設置された Thin Gap Chamber (TGC) 検出器を使用
- ミュオンの横方向運動量に閾値を設けている



TGC 検出器

初段マルチミュオントリガー

- 複数のミュオンを要求するトリガー
- 複数のミュオンを要求することで横方向運動量の閾値を低く設定したまま発行頻度を抑えることが可能
- トリガー対象の事象例: $B_s \rightarrow \mu\mu$

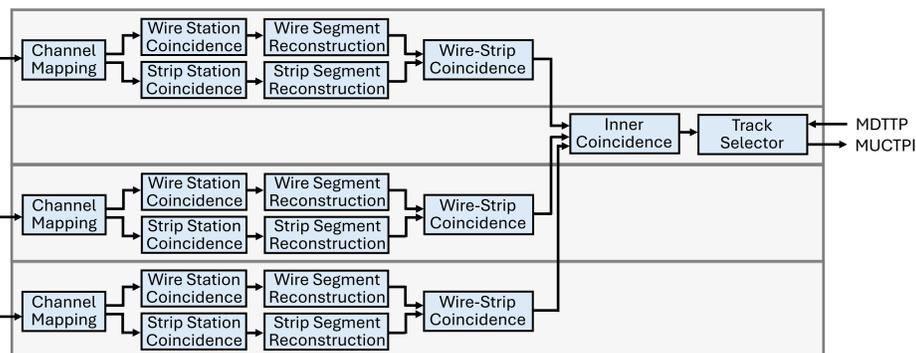


トリガー論理を搭載しているボード

- トリガー回路
- 読み出し回路
- コントロール回路を電子回路上に実装

トリガー回路

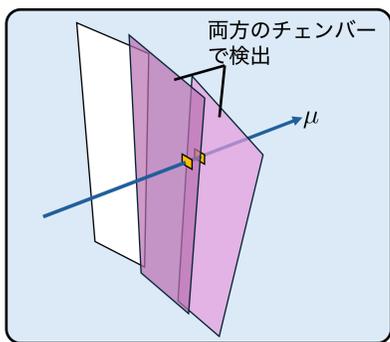
論理回路がデジタル回路として記述されている



重複ミュオン候補によるトリガー誤発行

マルチミュオントリガーにおいてミュオンが1つのみの事象に対してトリガーを発行してしまう可能性がある

トリガーを誤発行してしまう原因



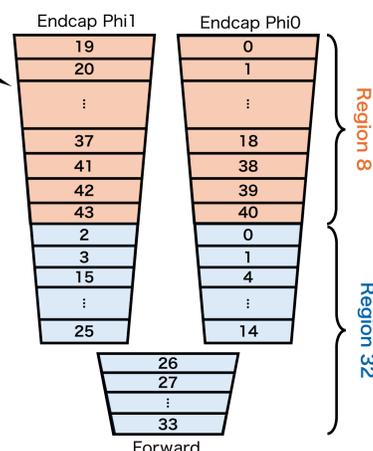
- TGC 検出器は不感領域を排除するために隣接するチェンバーの一部を重ねている
 - 信号のトリガー処理はチェンバーごとに独立
- 1つのミュオン候補を異なるチェンバーでミュオン候補と誤認識

誤ってマルチミュオントリガーを発行してしまい、発行頻度が高くなってしまふ

ミュオン候補最大数

- Region 8 : 1つ
- Region 32 : 2つ

重複候補の除去のための改良案



- ミュオン候補はセクターを細かくした領域 (ユニット) ごとに出力
- ミュオン候補の出力フォーマットはユニットごとに順番

特定の近いユニットのミュオン候補を比較することで重複候補を判断したい

→ 判断材料を見つけたい

Region 8	0	1	...	21	22	...	43			
	Endcap Phi0				Endcap Phi1					
Region 32 positive	0	1	...	12	13	...	25	26	...	33
	Endcap Phi0				Endcap Phi1				Forward	
Region 32 negative	0	1	...	12	13	...	25	26	...	33
	Endcap Phi0				Endcap Phi1				Forward	

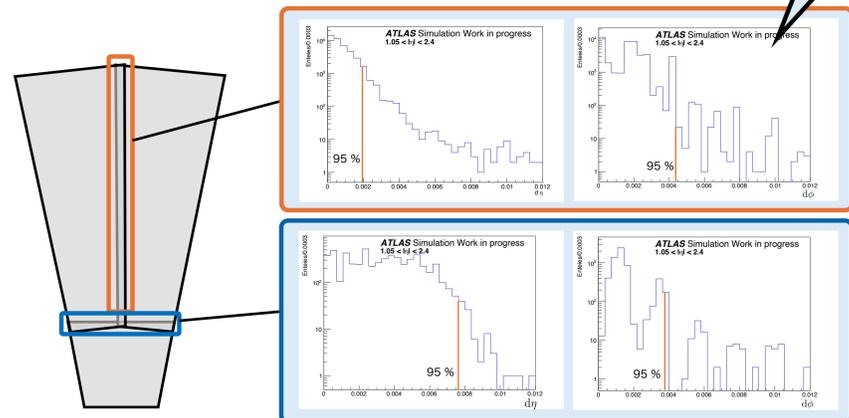
ミュオン候補の出力フォーマット

重複ミュオン候補の除去手法

シミュレーションを用いて、論理の開発を行った

重複候補の傾向

重複した候補がどの程度離れて検出されるかをプロット

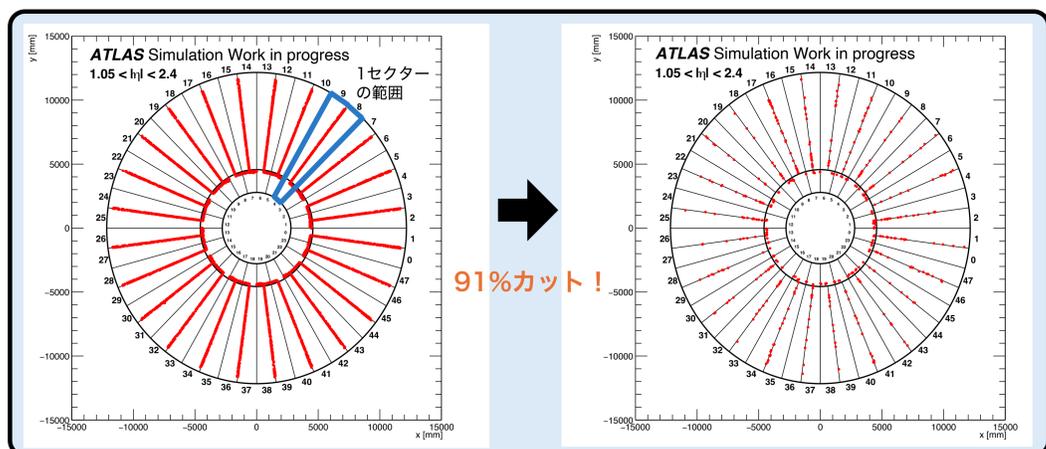


重複したミュオン候補には傾向あり

適切な閾値を設けて除去可能!

重複候補の排除

$d\eta \cdot d\phi$ ともに閾値未満のミュオン候補を重複候補と判断



91%カット!

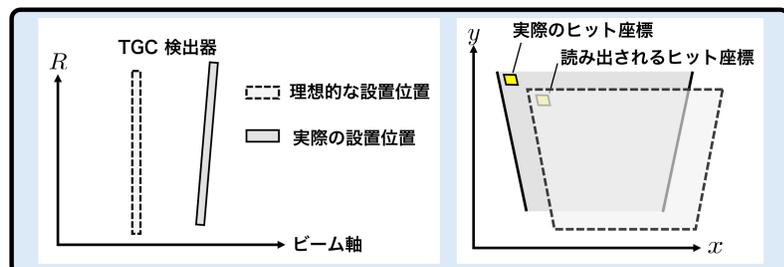
展望

物理への影響の評価

$B_s \rightarrow \mu\mu$ 事象のようなミュオン 2 つの事象においてミュオンが近接して飛来した場合、重複候補と判断してしまうのか評価する
重複候補の判定と2つのミュオン事象の取得はトレードオフの関係にあると考えられる

チェンバーのズレによる影響の評価

実際のチェンバーの設置位置と理想的なチェンバーの設置位置はズレている
ズレがどの程度重複候補の判定に影響するのかを評価する



電子回路上への実装

開発した手法は、電子回路上に実装する

- ハードウェア記述言語で実装する
- メモリ使用量やタイミング制約を考慮する必要がある

まとめ

- 初段マルチミュオントリガーの改良のために重複したミュオン候補の除去が必要である
- シミュレーションを用いることで位置情報の差から重複ミュオン候補を除去できると明らかにした