

LHC-ATLAS実験 Run2に向けた ハドロンカロリメータとミュオン検出器 を用いたレベル1ミュオントリガーの ファームウェア開発

神戸大学 理学研究科 長谷川誠

藏重久弥, 矢ヶ部遼太, 石野雅也^A, 隅田土詞^A
田代拓也^A, 救仁郷拓人^A, 佐々木修^B,
京都大学^A, KEK^B, 他 アトラス日本TGCグループ

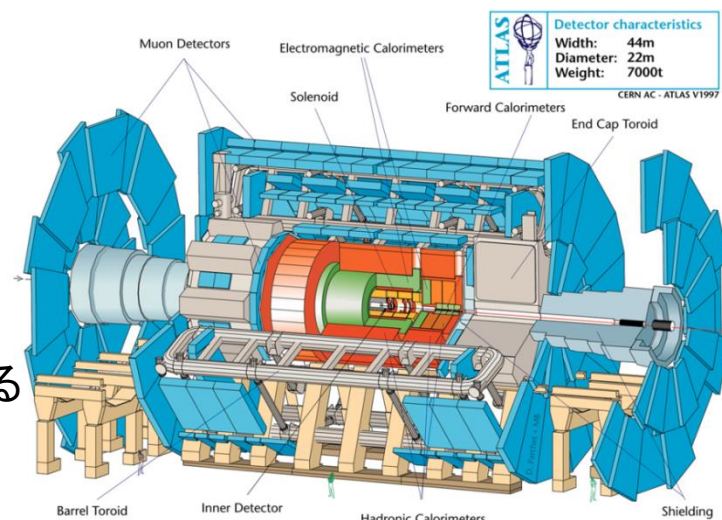
日本物理学会 2014年度秋季大会 佐賀大学

Introduction

ATLAS実験はCERNのLHC (Large Hadron Collider)
陽子・陽子衝突型円形加速器を用いた素粒子実験

40.08MHzの高頻度衝突から全イベントのデータを記録することは困難であるため興味のある事象のみを選別する

➡ ミュオントリガーシステム



ATLAS検出器

研究目的

2015年からのRUN2におけるエネルギー及びビルミノシティ増加に対し、低いトリガーレート、高い効率のミュオントリガーを実現する

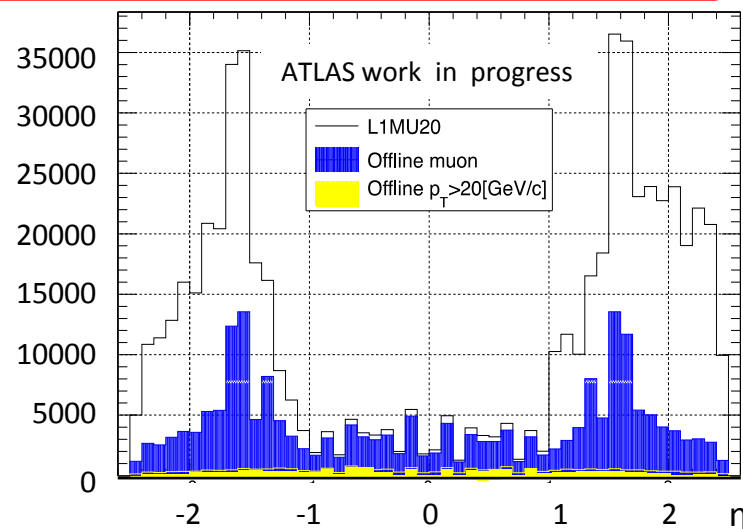
フェイクトリガー

(ミュオン以外の粒子を誤って検出したトリガー)

→トリガーレートの**約6割**を占めリソースの圧迫

フェイクトリガーレート削減のためミュオン検出器とTile Calorimeterを用いたCoincidenceを実行する

➡ Tile Muon Coincidence

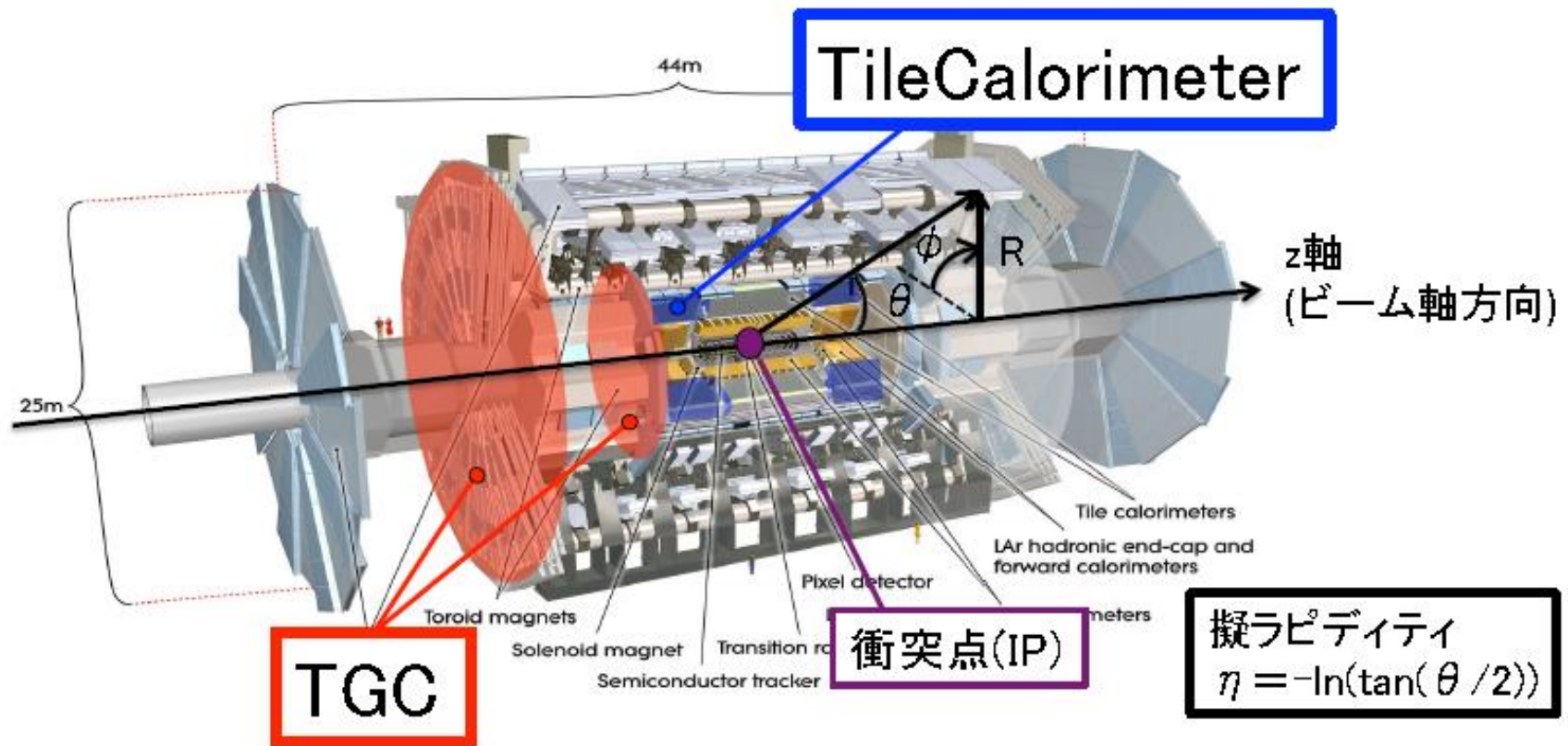


ATLAS検出器

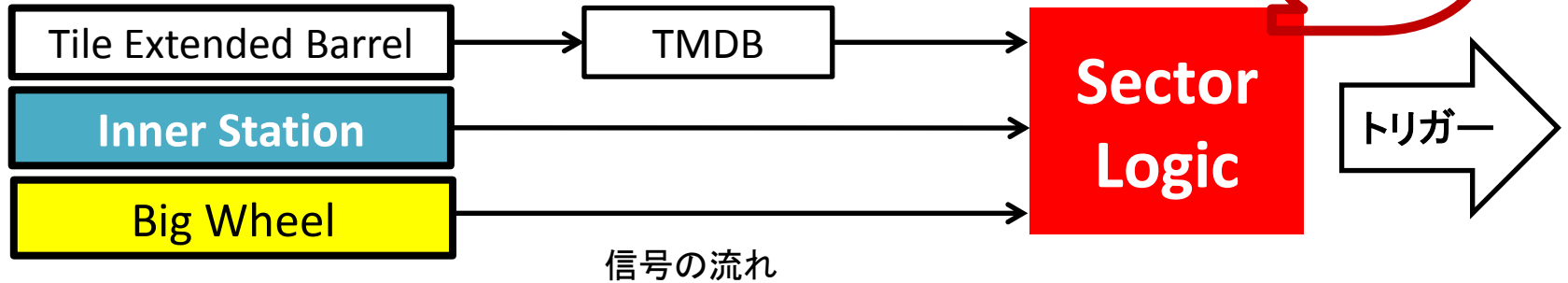
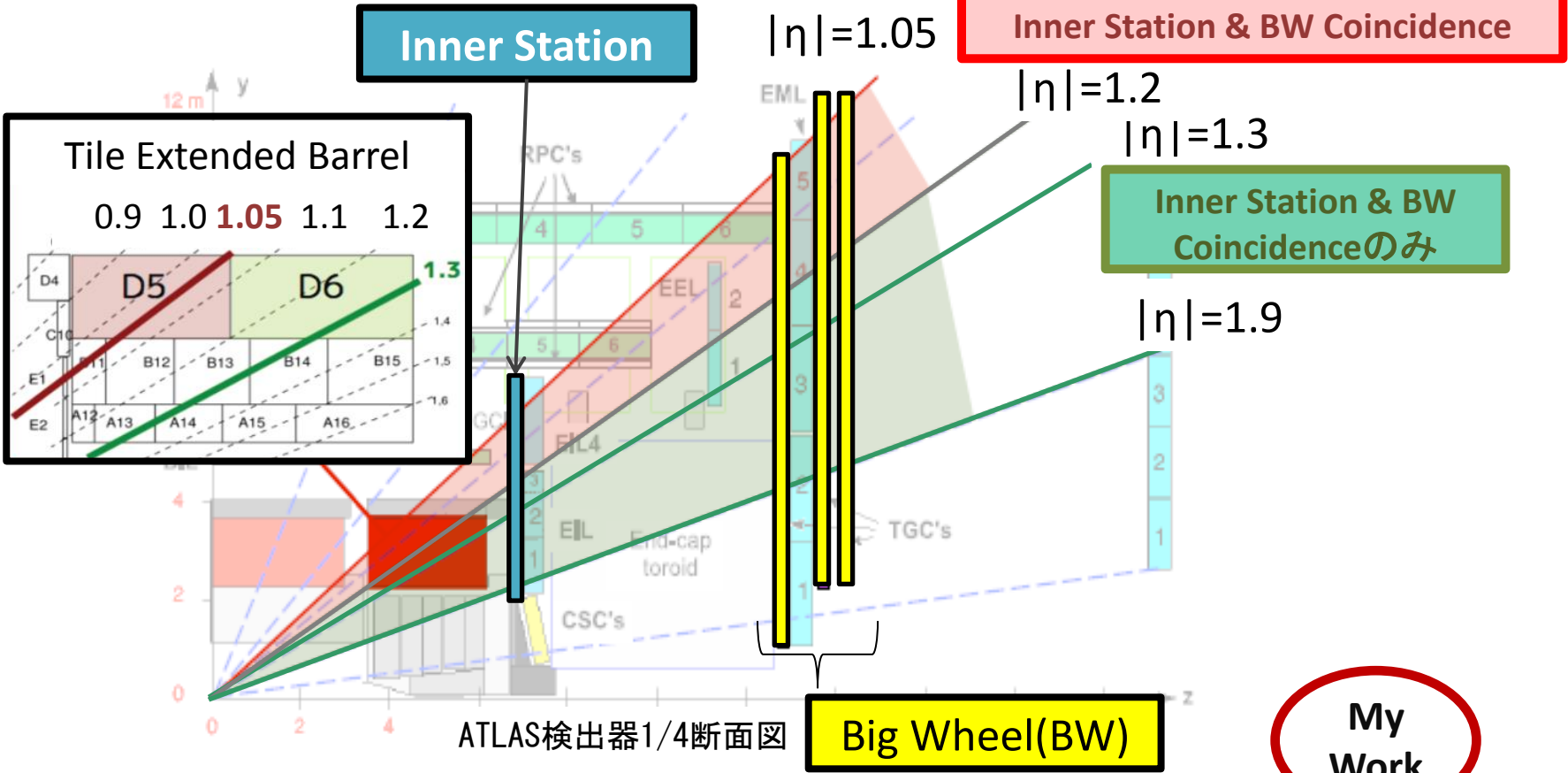
Tile Muon Coincidenceは

TGC : Thin Gap Chamber (ミュオンスペクトロメータ)

Tile Calorimeter (ハドロンカロリメータ) を使用



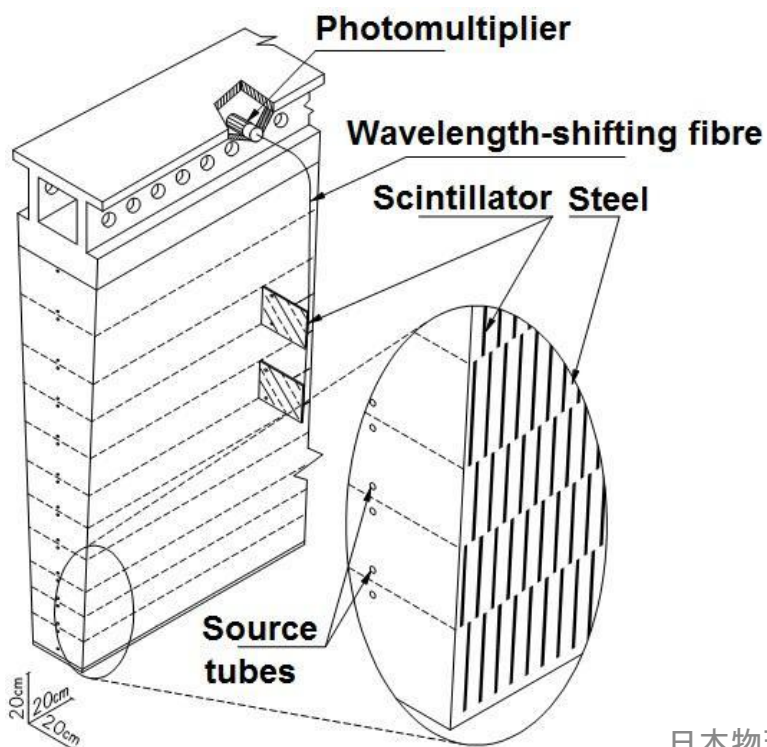
Geometry



信号処理プロセス

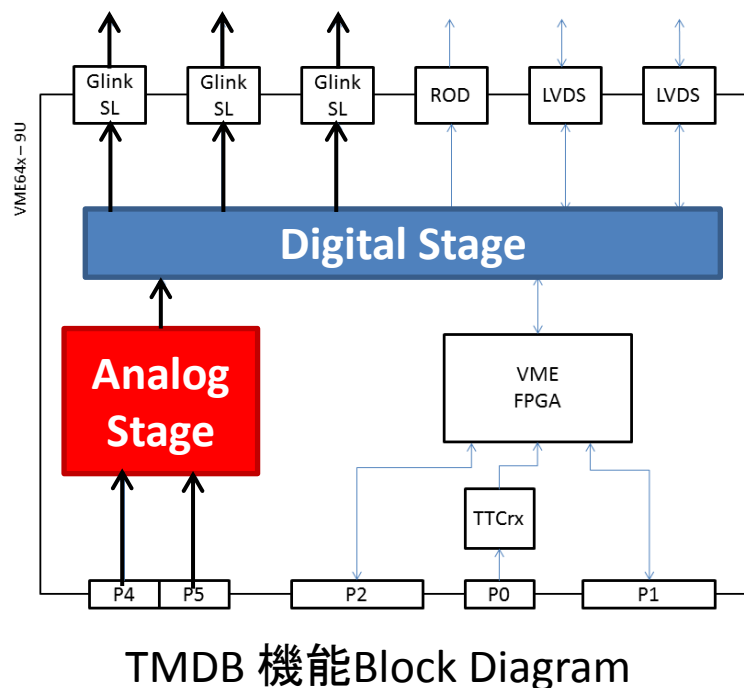
Tile Calorimeter

- ・ シンチレーション光を波長変換ファイバーで読み出し
- ・ PMTで電気信号に変換



Tile Muon Digitizer Board (TMDB)

Tile Calorimeter (D5、D6)からのアナログ信号によって
ミューオンの通過信号を検知



TMDB 機能Block Diagram

TMDB信号処理プロセス

□ Analog Stage

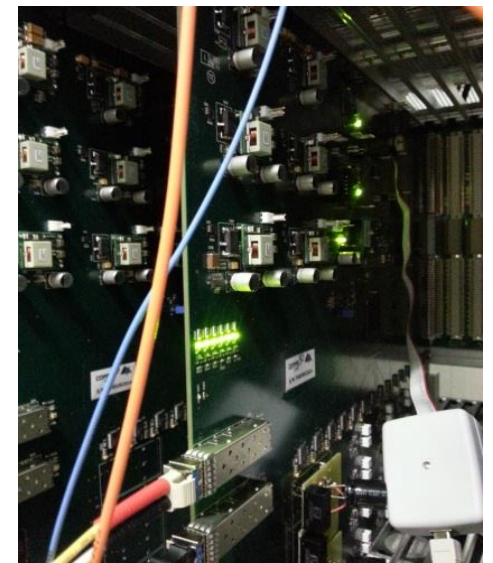
- ・ 7バンチ分のパルスハイトをサンプリング

□ Digital Stage

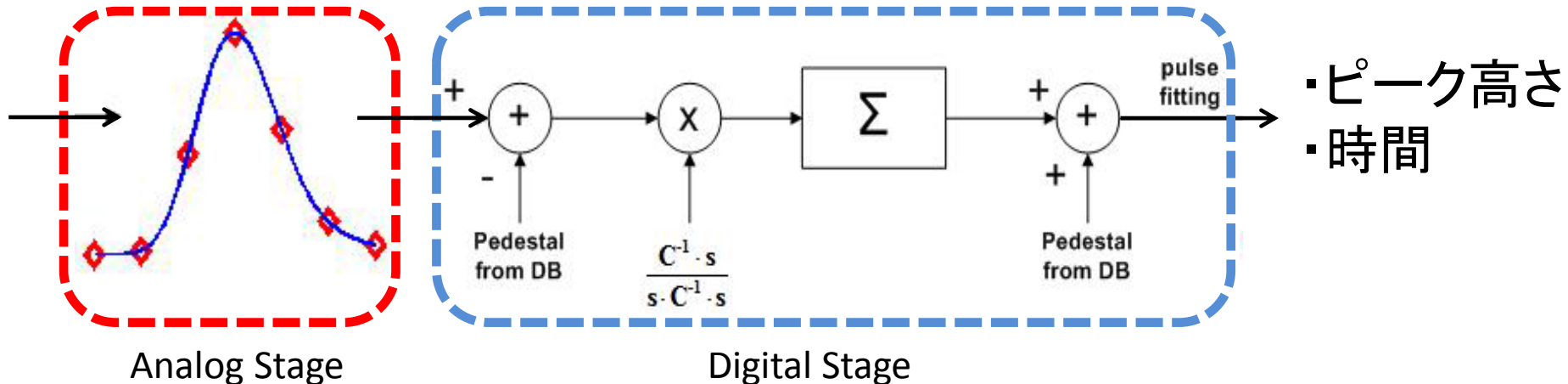
- ・ 整合フィルタによるフィット

➡ ピーク高さ、時間の算出

※ 整合フィルタはSignal-to-Noise ratioを最大にするように最適化

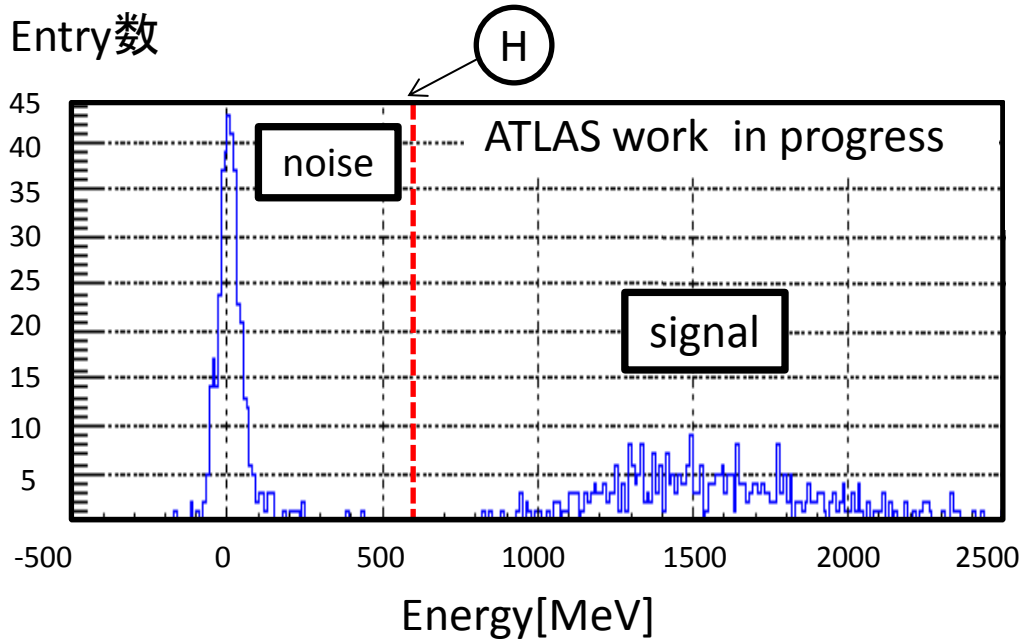


TMDB

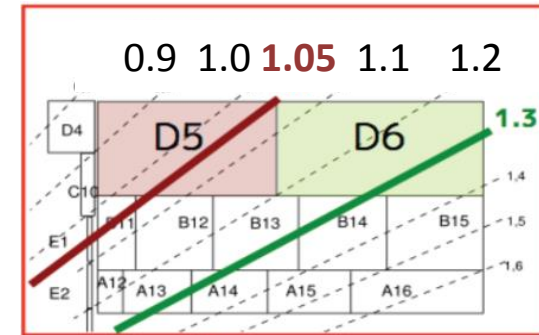


Threshold

Entry数



ThresholdはHigh = 600MeV
Low(予備)の2種類設定

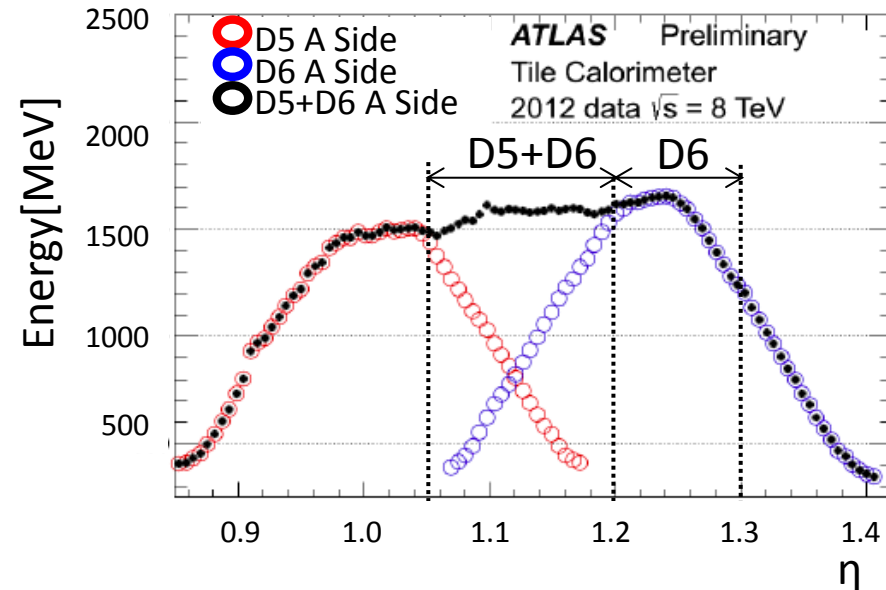


Tile Calorimeter Cellの

使用領域:

$1.05 < |\eta| < 1.2$ D5+D6

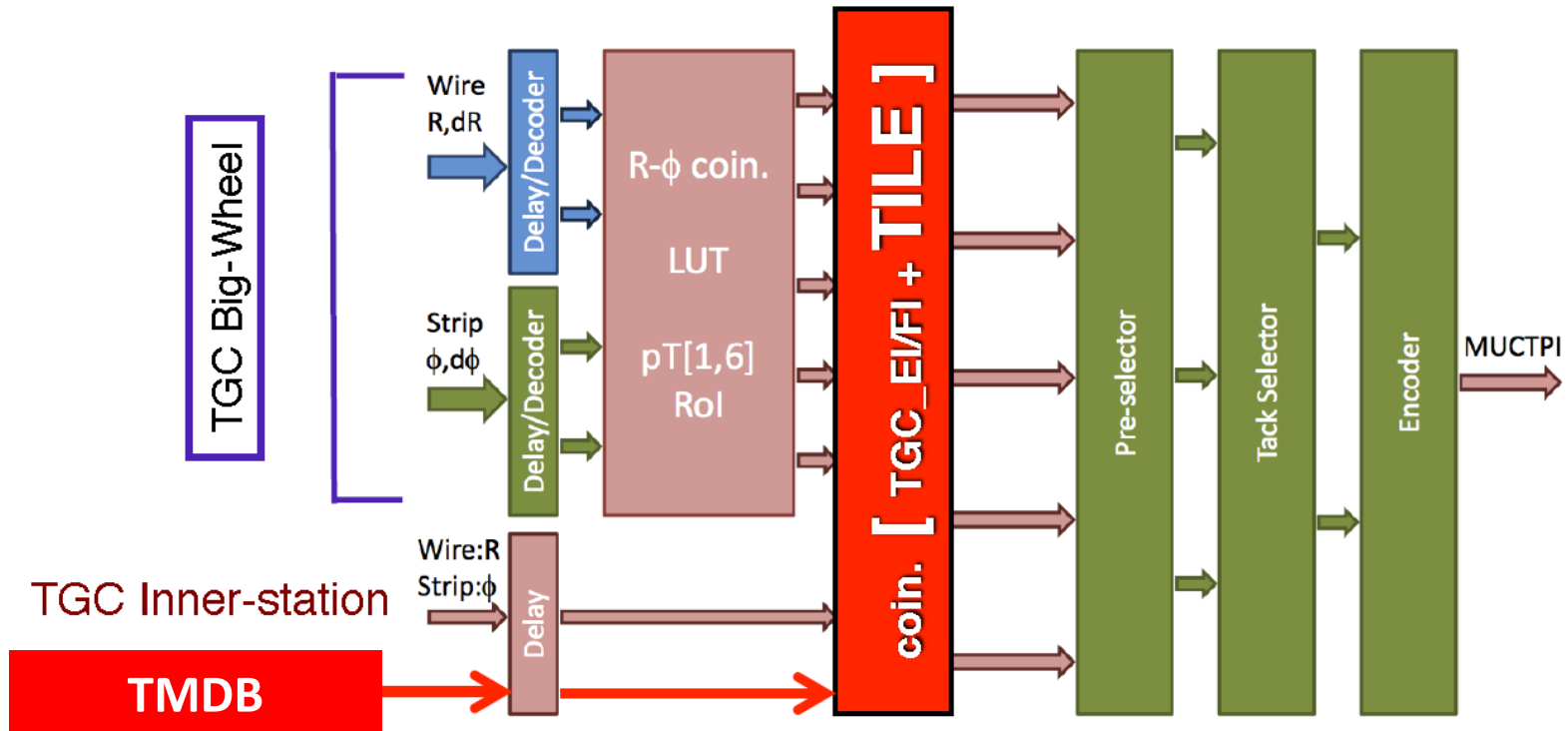
$1.2 < |\eta| < 1.3$ D6のみ



Sector Logic Block Diagram

Sector Logic (SL)

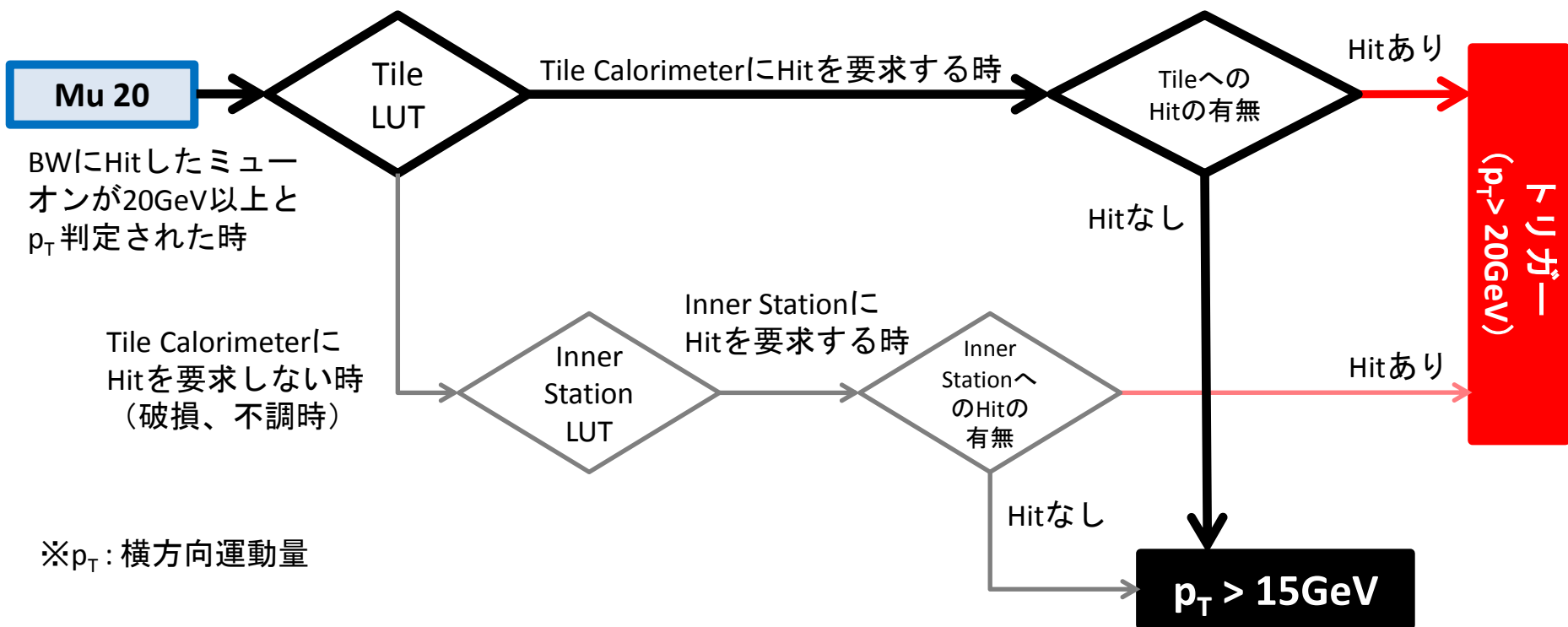
各検出器からのミュオンの情報を用いてトリガー判定を行うモジュール



- Big Wheel のミュオンヒット位置R- ϕ からLUTによって p_T とRoIを算出
- BWからの信号に加えてInner StationとTile Calorimeterの信号でCoincidence
- 25nsec毎に発生するイベントに対してデッドタイムレスで処理

➡ トリガー判定し出力

Inner Coincidence判定



Tile CalorimeterをInner Stationより優先的に使用

TMDB-SL Connection Test

SLの各検出器からの入力

G-link方式デジタル信号

今回TMDBではG-link Tx chipのEmulationを
FPGAで行うが実績なし

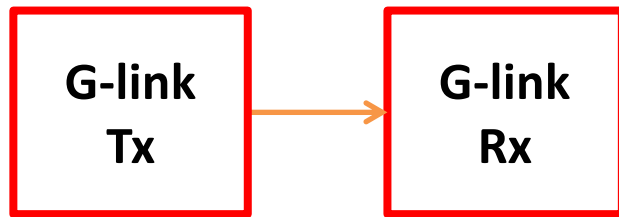
TMDB(FPGA)-SL(G-link Rx)間のConnection Testを実施



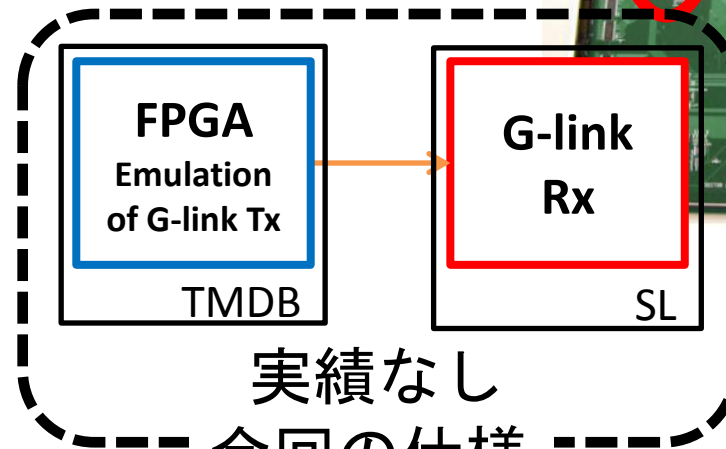
テストベンチ@ CERN

結果

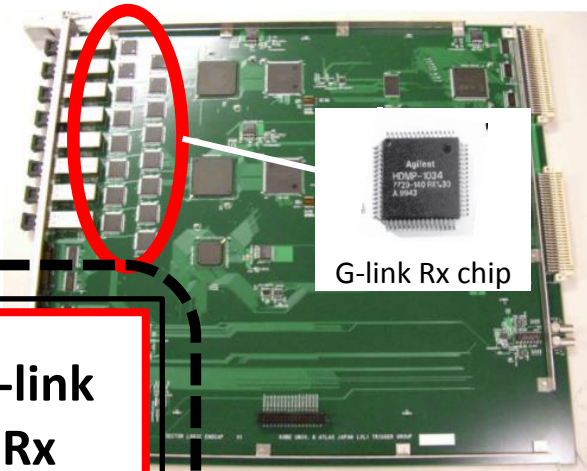
- ・ 送信データと受信データの一致
 - ・ エラーリカバリーの確認
- ⇒ G-link Tx chipのFPGAによるEmulation可



G-link 方式



実績なし
今回の仕様



SL

タイミング調整について

背景

Tile CalorimeterとTGCからの信号はそれぞれ異なるタイミングでSLに入力されるためCoincidence実行前までに調整する必要性があった

実施予定

1. Flash Lamp

Tile CalorimeterにFlash Lamp を照射しCoincidence が取れるか確認

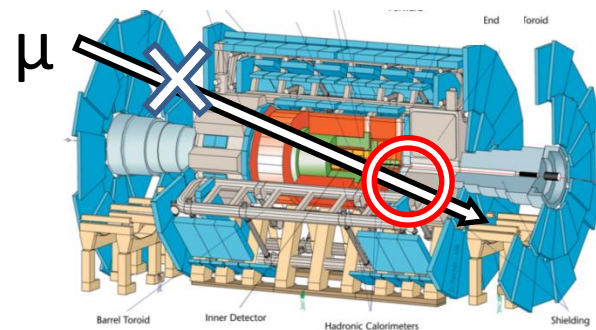
➡ Flash Lamp のJitter により本実験の再現性が低い

2. Cosmic ray

➡ 衝突点からミュオン検出器に向かう

ミュオンしかトリガーできない

➡ TGCの下部しかタイミング調整できない



3. Beam Collision

➡ タイミング調整に時間がかかるとビームの無駄遣いが発生

タイミング調整ロジック

○ 同じバンチで発生した
ミューオンの信号

Tile Signal Search

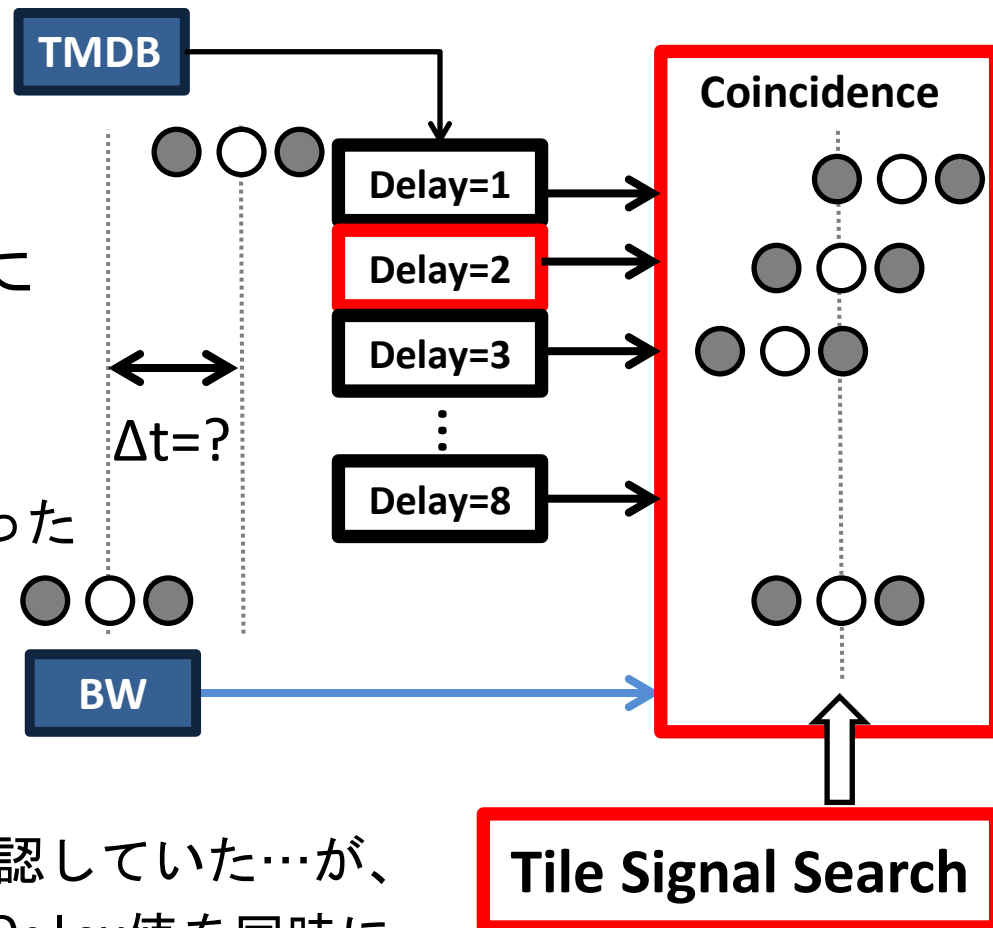
… Delay値の異なる信号を
同時にCoincidenceロジックに
入力しトリガー数をカウント

➡BWからの信号とタイミングが揃った
ときカウント数が多くなる
(右図の場合Delay値=2の信号)

➡その時のDelay値を設定

今までDelay値を1つずつ変更し確認していた…が、
このロジックによって1回で8つのDelay値を同時に
確認できるようになった。

➡新しい機能によって効率的なタイミング調整を可能とした



Tile Signal Search

Summary

LHC アップグレードによるレート上昇やフェイクトリガーのためトリガーシステムの改善が求められた

- ➡ ミューオン検出器とハドロンカロリメータからの信号を用い、Coincidenceを取ることによりレートの削減
 - トリガーロジックをSLへ導入、動作確認
 - TMDB-SL間のConnection Test
 - タイミング調整する機能の追加

今後の計画

- ✓ Flash Lamp、Cosmic ray、Beam collisionを用いたタイミング調整とトリガーロジックの最終確認