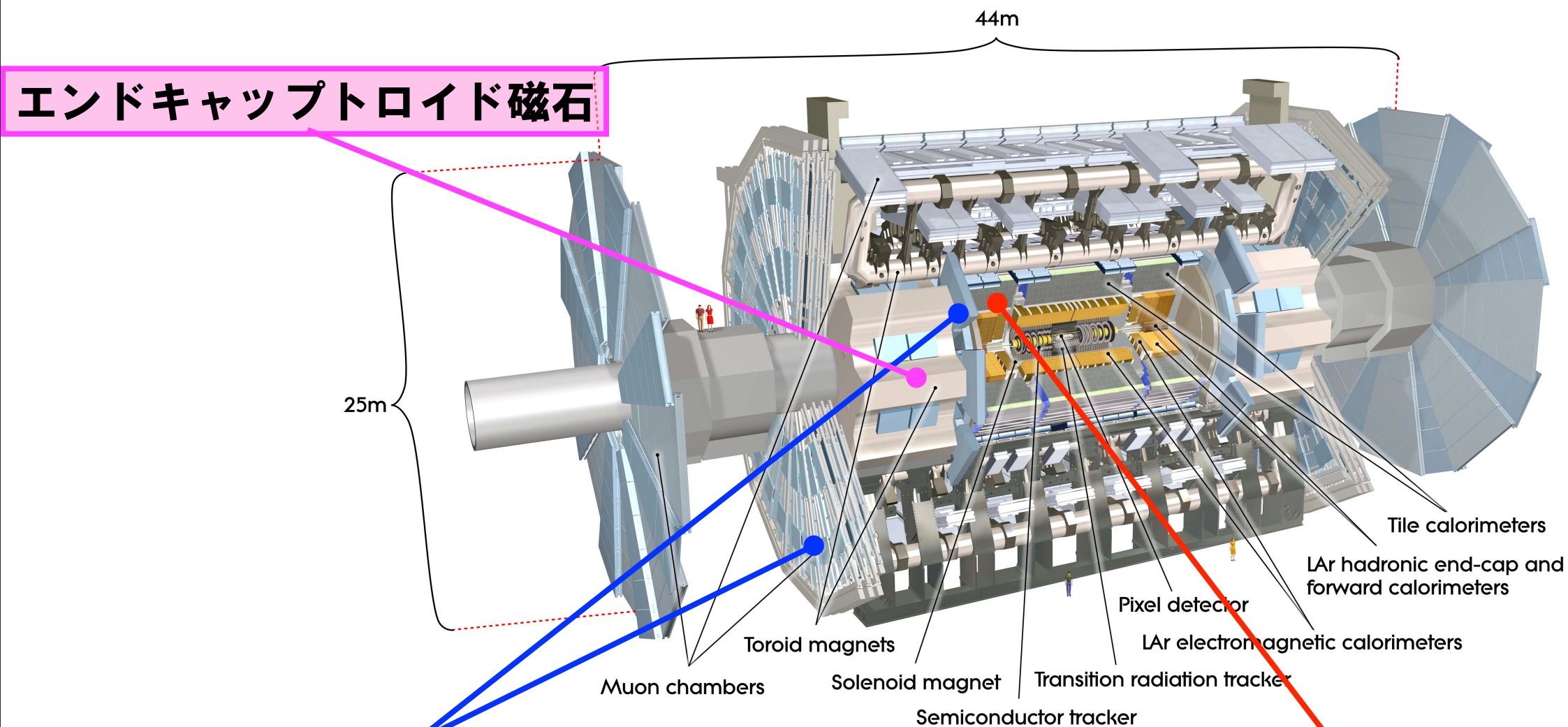


LHC-ATLAS 実験における ハドロンカロリメーターを用いた ミューオントリガーの改良

救仁郷拓人, 石野 雅也, 隅田 土詞, 田代 拓也,
蔵重 久弥^A, 長谷川 誠^A, 矢カ部 遼太^A, 佐々木 修^B
他 ATLAS 日本 TGC グループ
京大, 神戸大^A, KEK^B

3/29/ 2014

TGC, TILE カロリメーター



TGC (Thin Gap Chamber)

- MWPC の 2 次元読み出し
- ミドル 3 層 + インナー 1 層
- ミドル TGC で p_T を計り、高い p_T の μ に対してトリガーを出力

TILE カロリメーター Extended Barrel

- 鉄とシンチレータをサンドイッチ状にした構造
- 複数層あるがその最外層である D 層に到達するのは μ のみ

RUN 2 に向けてアップグレードのモチベーション

LHC parameter	RUN 1 (~ 2012)	RUN 2 (2015 ~)
重心系エネルギー (TeV)	7 ~ 8	13 ~ 14
Luminosity ($\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$)	0.7×10	1.5×10
バンチ間隔 (ns)	50	25

ATLAS LVL1 muon trigger	RUN 1 (~ 2012)	RUN 2 (2015 ~)
p_T threshold [GeV/c]	15	20
Trigger rate [kHz]	6	34

物理解析からの要請

出来るだけ p_T threshold は
低くしたい

他のトリガーを
圧迫してしまう

許容トリガーレート(25kHz)

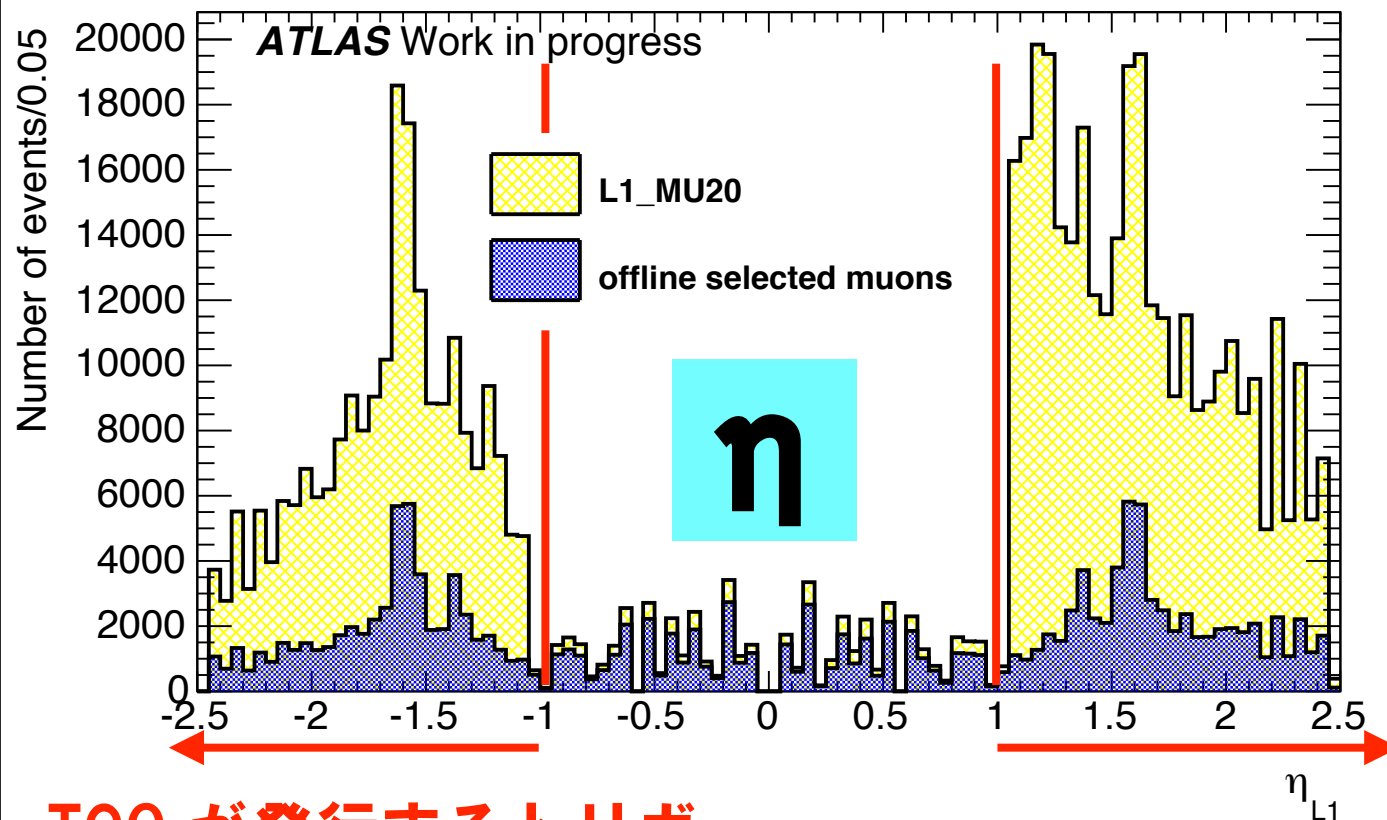
(RUN1 の条件)

解決策

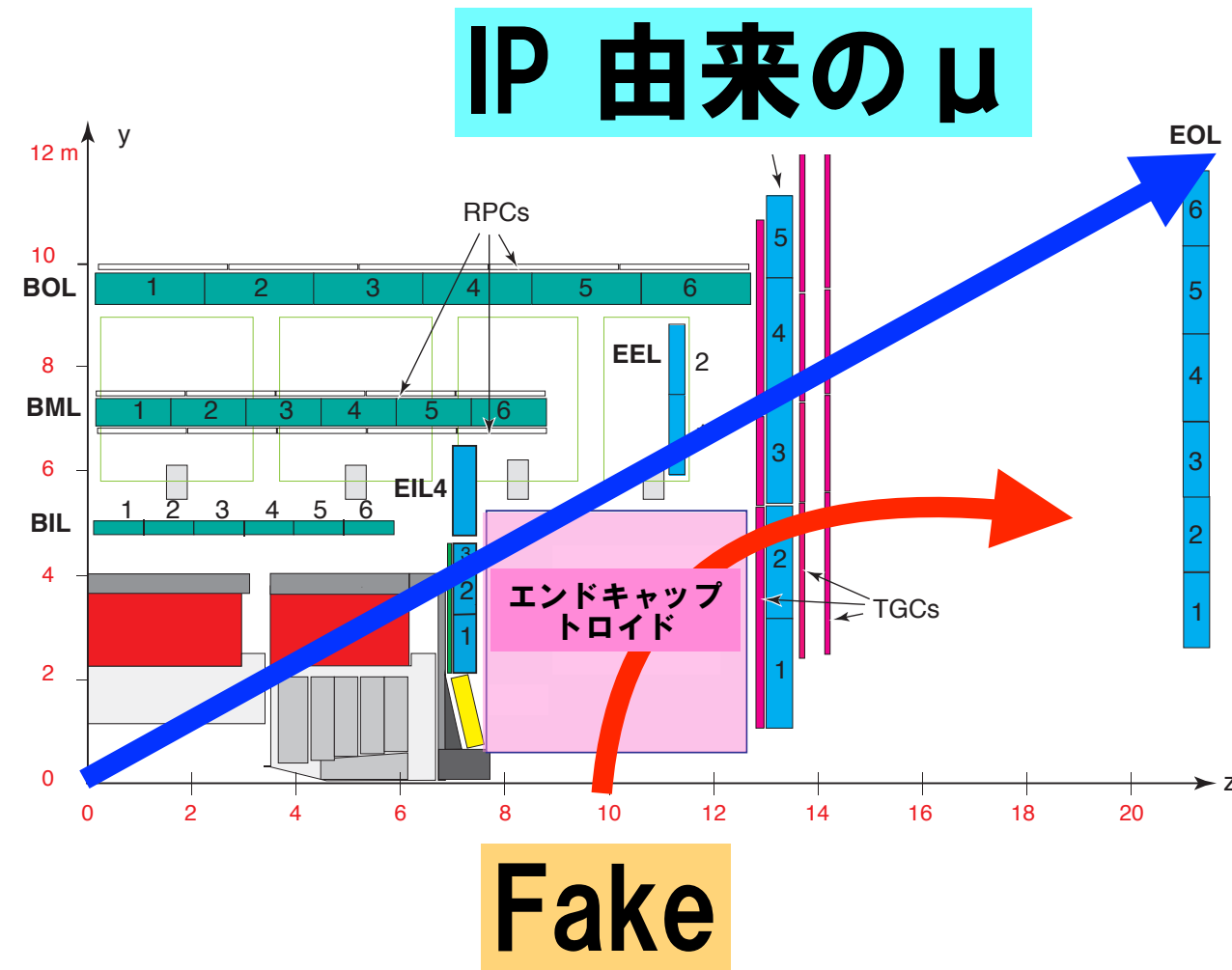
トリガーの純度をあげることでトリガーを削減する

Fake Trigger

$E_{\text{CM}} = 8 \text{ TeV}$, bunch-spacing 25ns in 2012



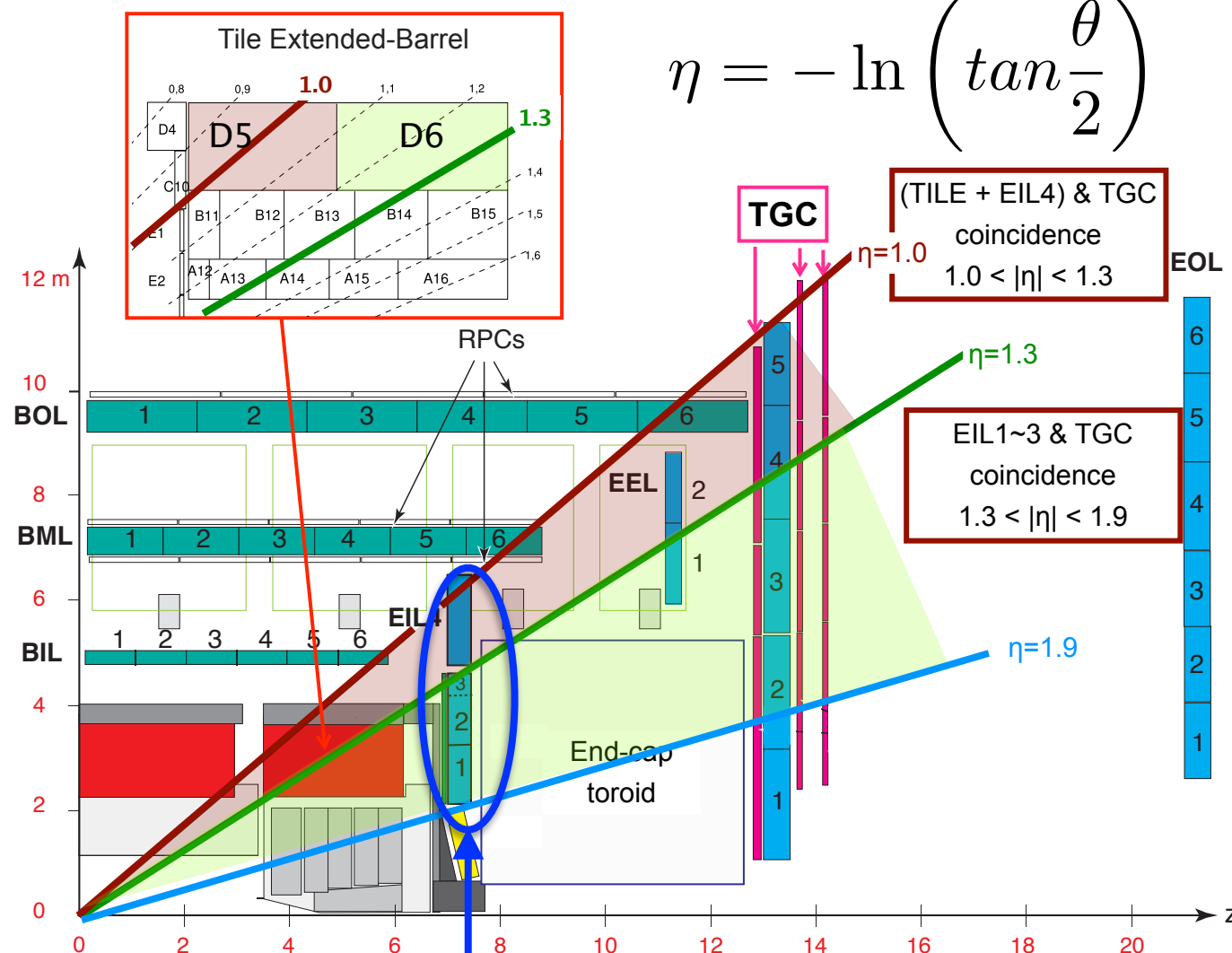
TGC が発行するトリガー



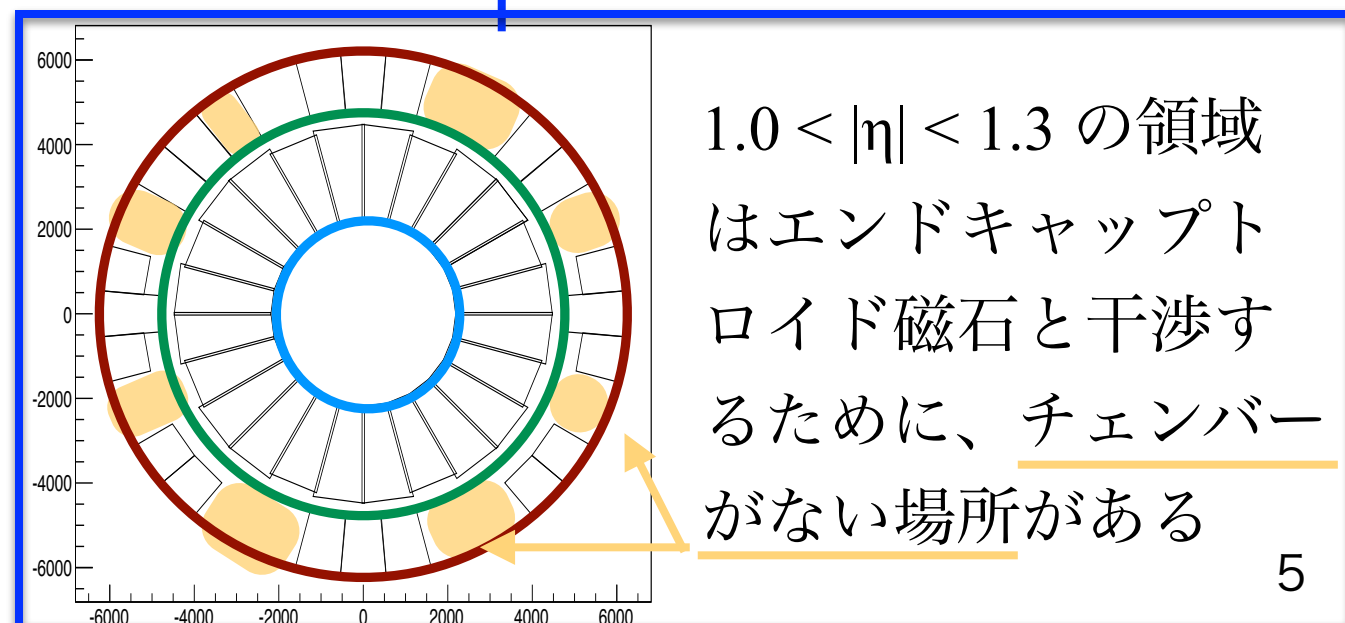
- 現状 TGC が発行するトリガーは、ほとんど IP 由来の μ でない
- エンドキャップトロイド磁石より内側の検出器とコインシデンスをとることで、IP 由来の μ を選別する ことが出来る

内部コイシデンス

$$\eta = -\ln \left(\tan \frac{\theta}{2} \right)$$



- インナー TGC にはチェンバーがない領域がある。 $1.0 < |\eta| < 1.3$ は、そのためコイシデンスがとりづらく効率が悪い
- TILE カロリメータ Extended-Barrel をもちいることで、チェンバーがない領域を補完することが出来て、効率も良い



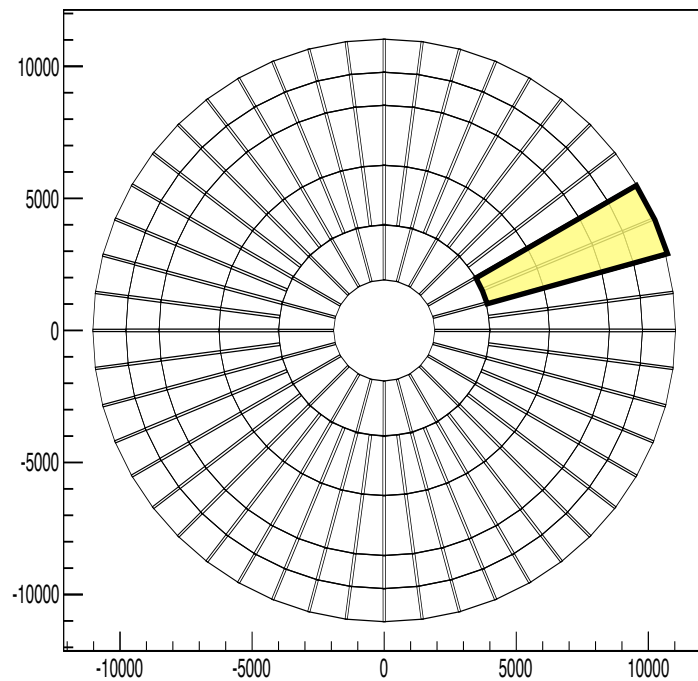
$1.0 < |\eta| < 1.3$ の領域はエンドキャップトロイド磁石と干渉するために、チェンバーがない場所がある

インナー TGC または TILE カロリメータとコイシデンスをとることで Fake Trigger を削減したい

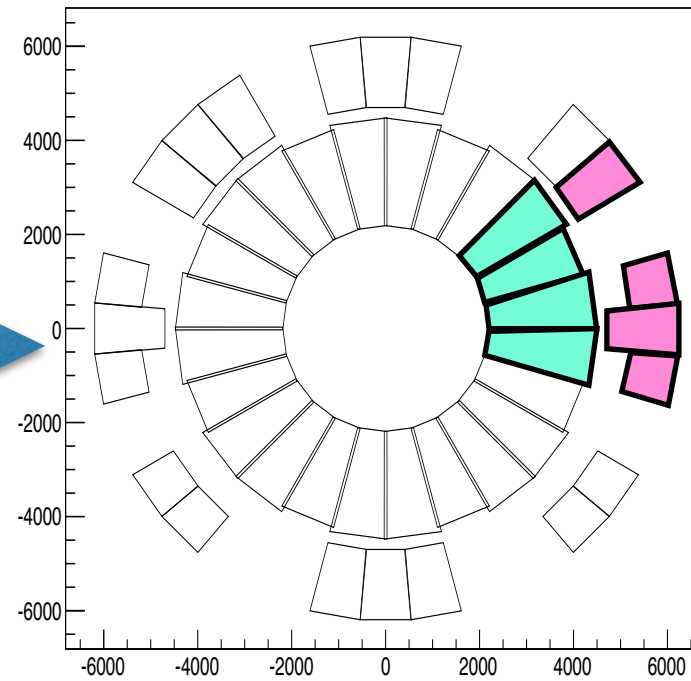
コインシデンスの取り方: インナー TGC

- TGC に hit があった時にインナー TGC を参照する範囲

ミドル TGC



インナー TGC

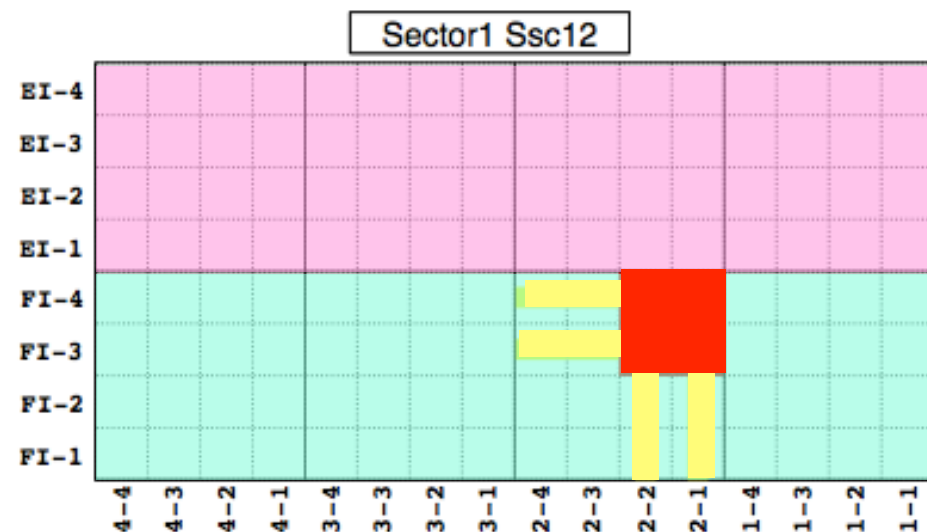


Φ 方向の分割単位

- ◆ TGC エンドキャップ: 48 Sector
- ◆ インナー TGC: 24 Slot

色をつけた場所を一枚の
VME モジュールで処理

Coincidence Window

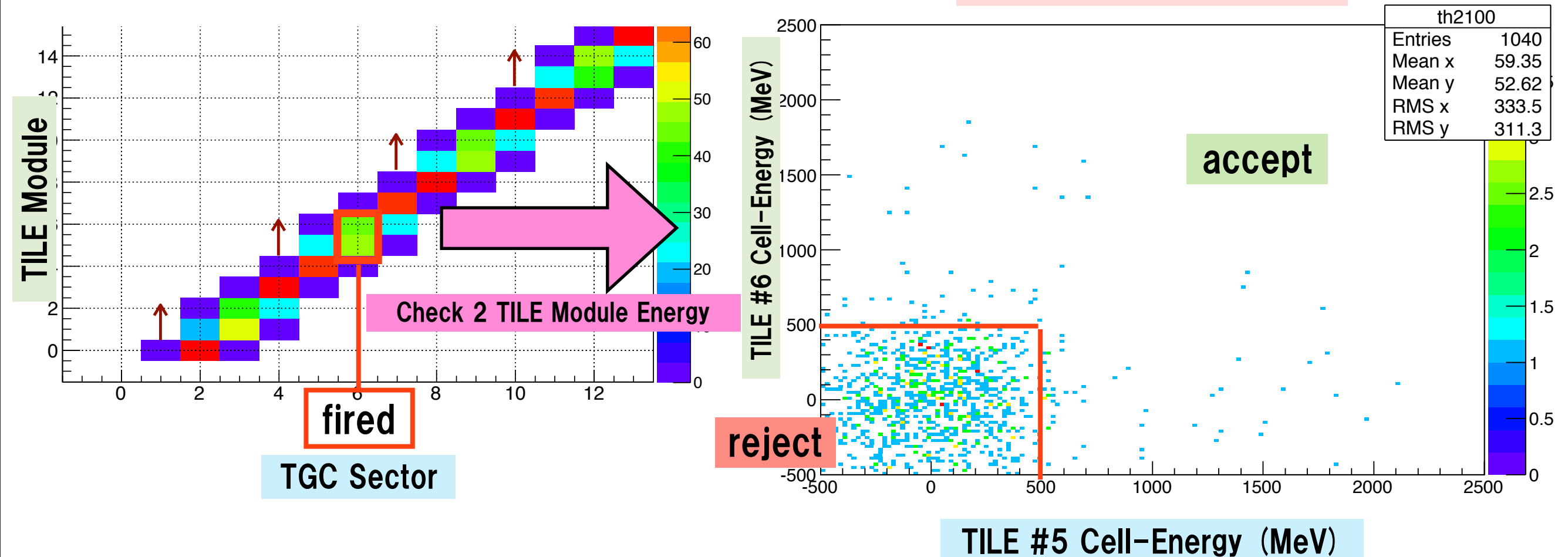


MC で作成した μ を用いて、IP 由来の μ が
作るべき、インナー TGC のヒット 情報を
Coincidence Window にまとめる (稲丸氏)
それを読み込み、一致するヒットがあった
時にコインシデンスが取れたと判定

コインシデンスの取り方: TILE

$1.0 < |\eta| < 1.3$ の領域にヒットがあった場合

TGC Sector #6 fired

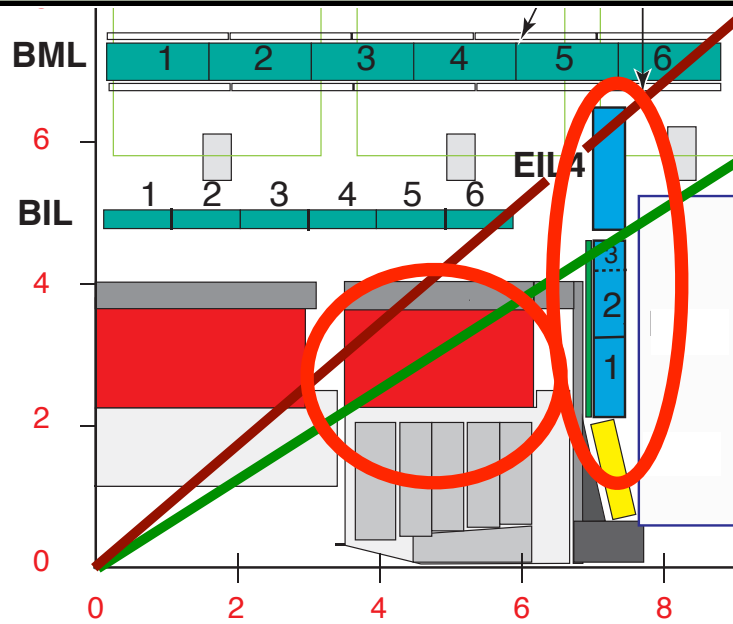


Φ 方向の分割単位

- ◆ TGC エンドキャップ: 48 Sector
- ◆ TILE カロリメータ: 64 Module

ヒットした TGC Sector に対応する TILE Module のエネルギーを見る
threshold (ex: 500 MeV) 以上かどうかで
コインシデンスを判定

1.0 < |η| < 1.3 の領域

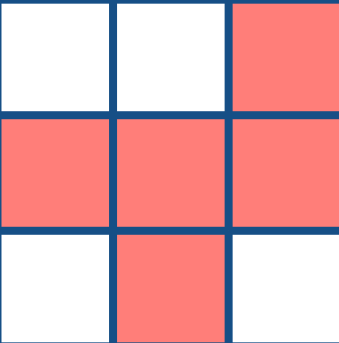
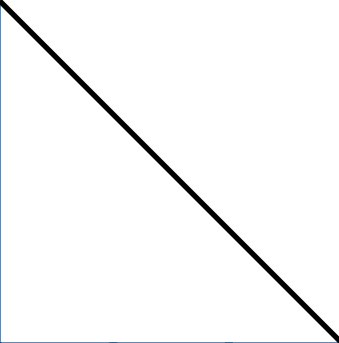
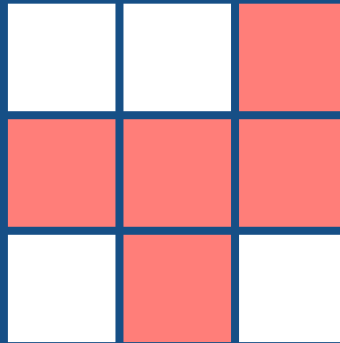
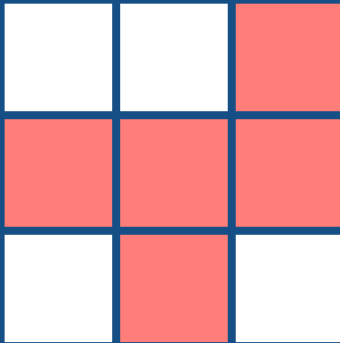
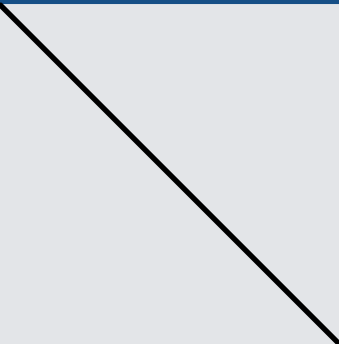
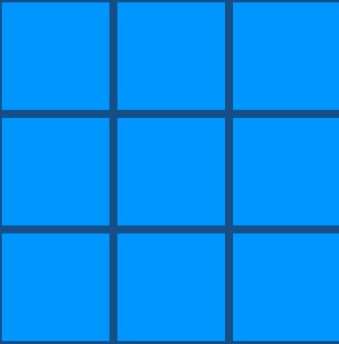
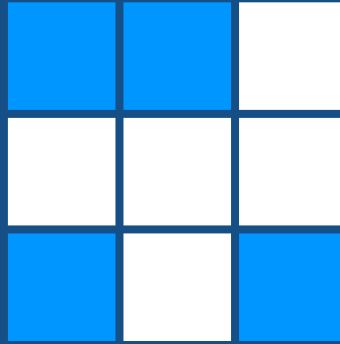
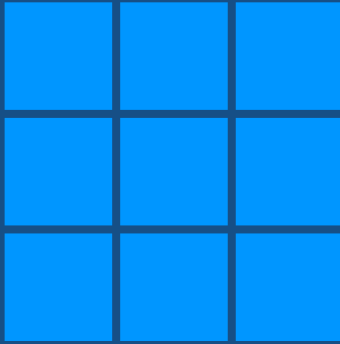


□は検出器の単位
のイメージ

赤く塗った
には
 インナー TGC

青く塗った
■には
TILE との
コインシデンス
を適用する

- この領域ではインナー TGC と TILE の 2 つを使用可能
- どのように混ぜ合わせて使用するか

	インナー TGCのみ	TILEのみ	Exclusive-OR	AND
インナー TGC				
TILE				

- インナー TGC は欠けている領域がある形状をしているため、効率が悪い
- TILE だけで十分にトリガーを削減可能

トリガー削減率・効率

η

	トリガー 削減率	効率
no cut	100.0	100.0
インナー TGC	61.6	
TILE	56.0	

トリガー削減率: エレキが発行する Level1 トリガーを削減する割合
効率: 再構成できる μ を保つ割合

TGC と TILE のコインシデンスを使用することで、高い効率を保ったまま、Fake Trigger のみを選択的に削減可能

Summary

- LHC-ATLAS 実験 RUN2 (2015~) に向けて Level 1 Trigger Muon Trigger の Trigger Rate を算出した
 - ❖ TILE を用いることで、インナー TGC のみを用いた場合から、更に 7% のトリガーを削減可能
 - ❖ $1.0 < |\eta| < 1.3$ の領域において、TILE の方が、インナー TGC よりも、効率よく IP 由来の μ を選別可能
 $\Rightarrow$ この領域においては TILE のみの使用
- 今後
 - ＊ 神戸大学で実際に処理を行う FPGA に書き込むためのコードを現在制作して試験を行っている。協力して試験を進める
 - ＊ Milestone run 3 (2014年5月) 以降に TileMuon を導入した firmware を実機に導入予定

Backup