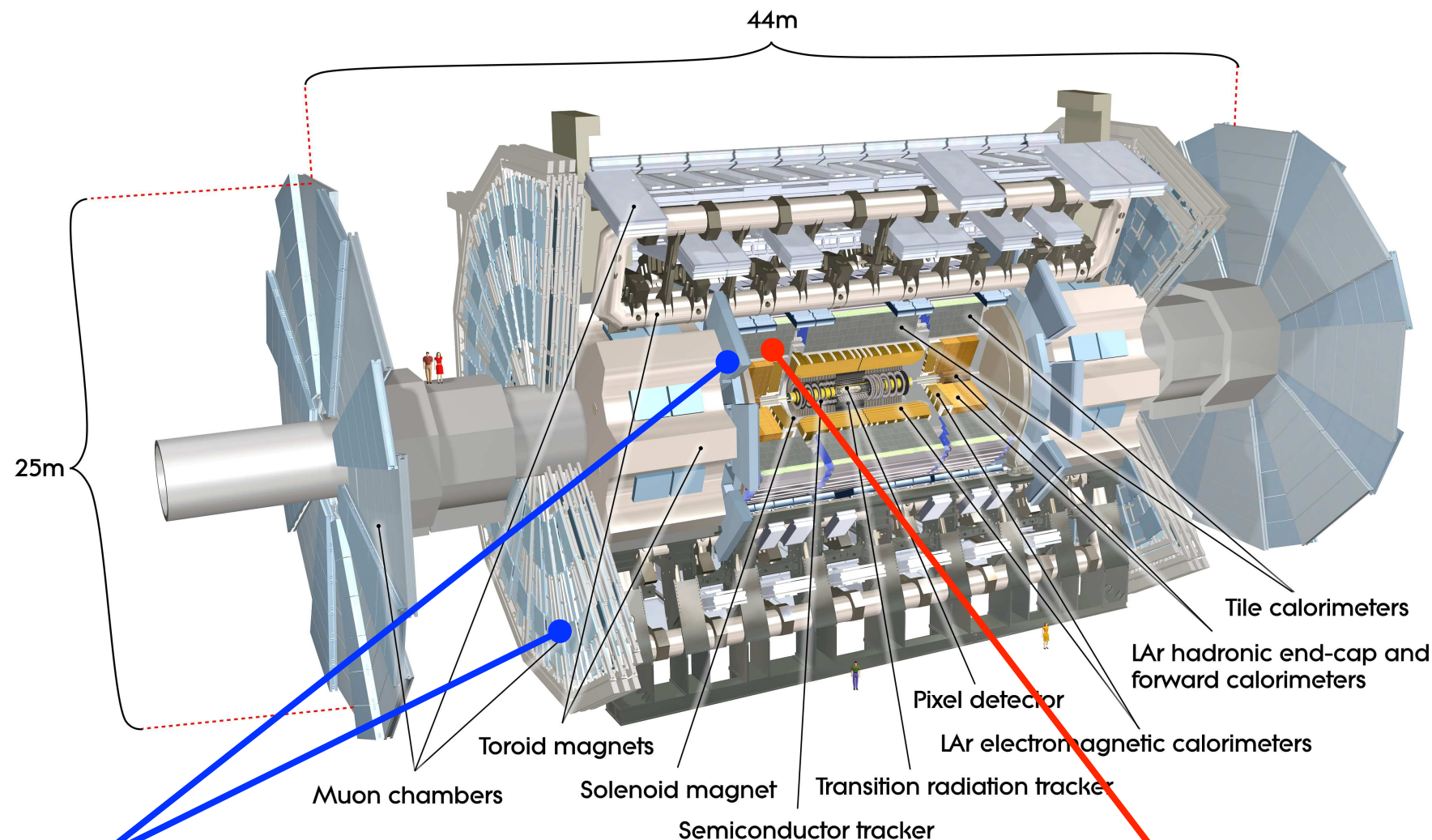


LHC-ATLAS 実験における ハドロンカロリメーターを用いた ミューオントリガーの改良

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 calorimeter



TGC (Thin Gap Chamber)

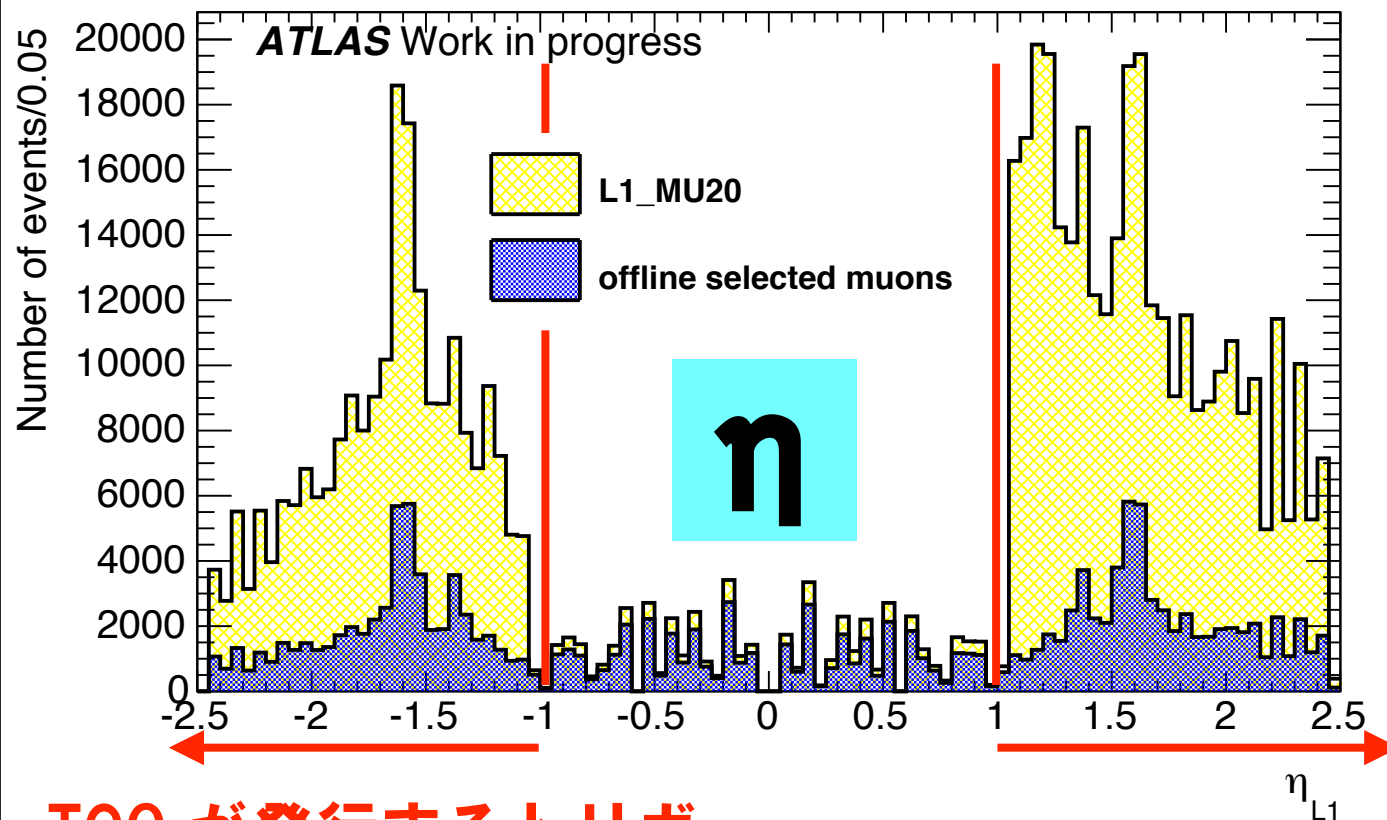
- MWPC の 2 次元読み出し
- ミドル 3 層 + インナー 1 層
- ミドル TGC で p_T を計り、高い p_T の μ に対してトリガーを出力

Tile calorimeter Extended Barrel

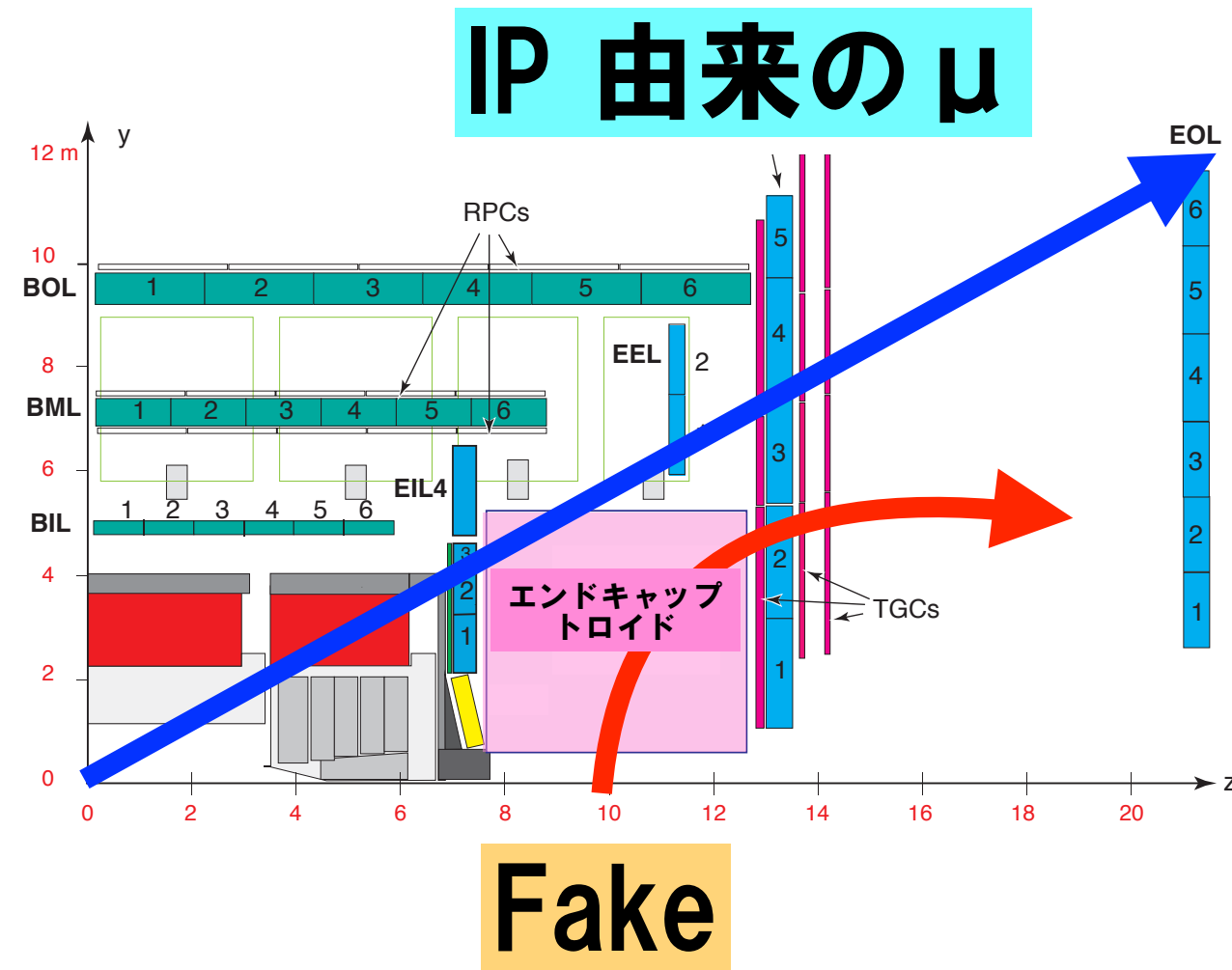
- 鉄とシンチレータのサンドイッチ構造
- 奥行き方向に 3 層あり、最外層に到達するのは μ のみ

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 を選択的に取得することが出来る

RUN 2 に向けたアップグレード

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

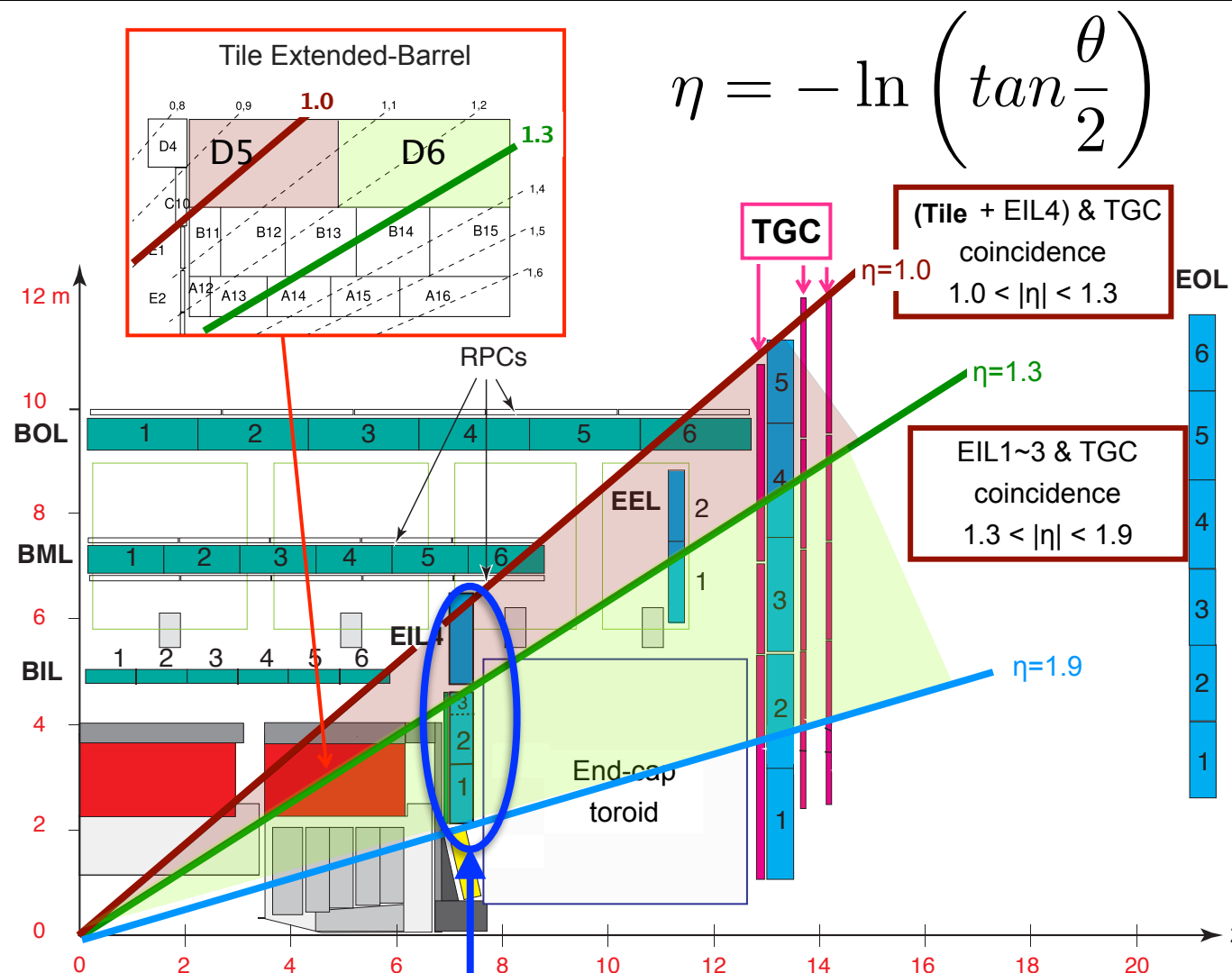
許容されるトリガーレート
25kHz を上回ってしまう

(RUN1 の条件)

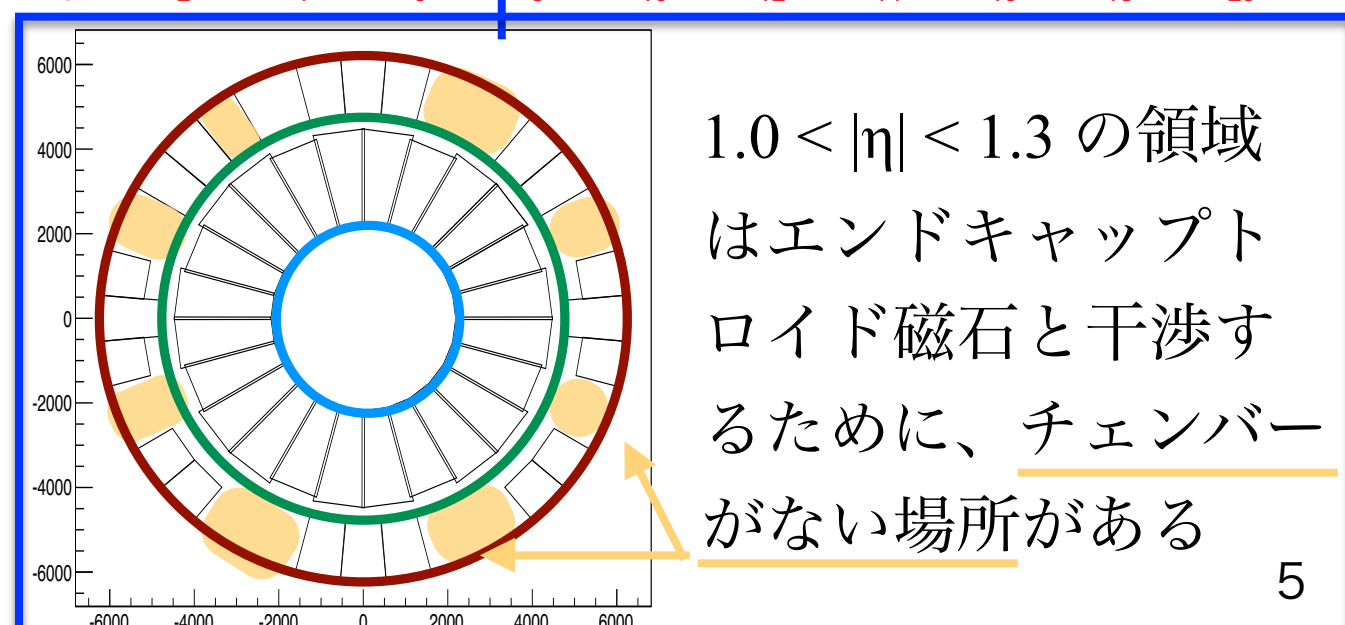
解決策

トリガーレートを許容される範囲に抑えるためにFake Trigger
を減らす必要がある

内部コイシデンス



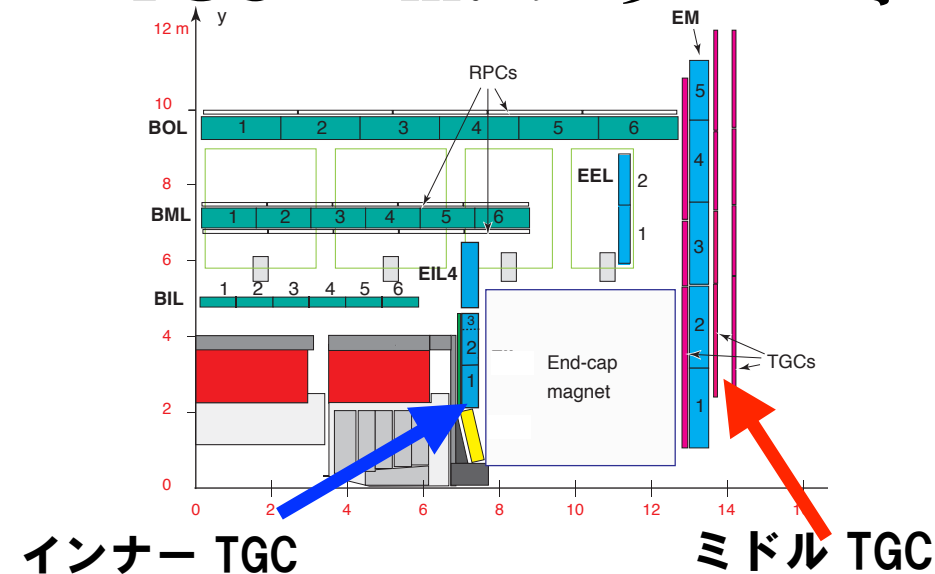
- インナー TGC にはチェンバーがない領域がある。 $1.0 < |\eta| < 1.3$ は、そのためこの領域ではコイシデンスが取れない
- TileCal をもちいることで、チェンバーがない領域を補完することが出来る



インナー TGC または TileCal とコイシデンスをとることで Fake Trigger を削減する

コインシデンスの取り方: インナー TGC

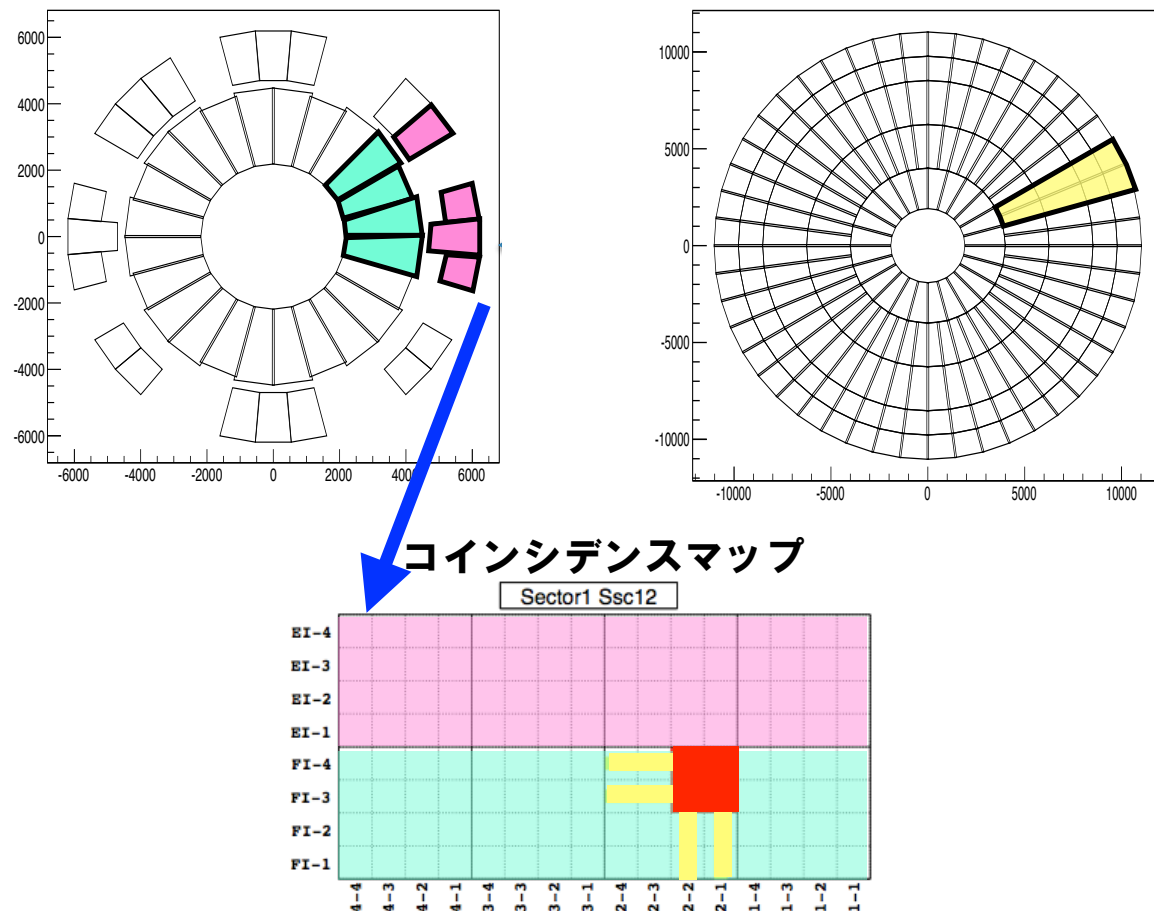
- TGC に hit があった時にインナー TGC を参照する範囲



◆ TGC エンドキャップ: $2\pi / 48$ Sector

◆ インナー TGC: $2\pi / 24$ Slot

色をつけた場所を一枚の
VME モジュールで処理



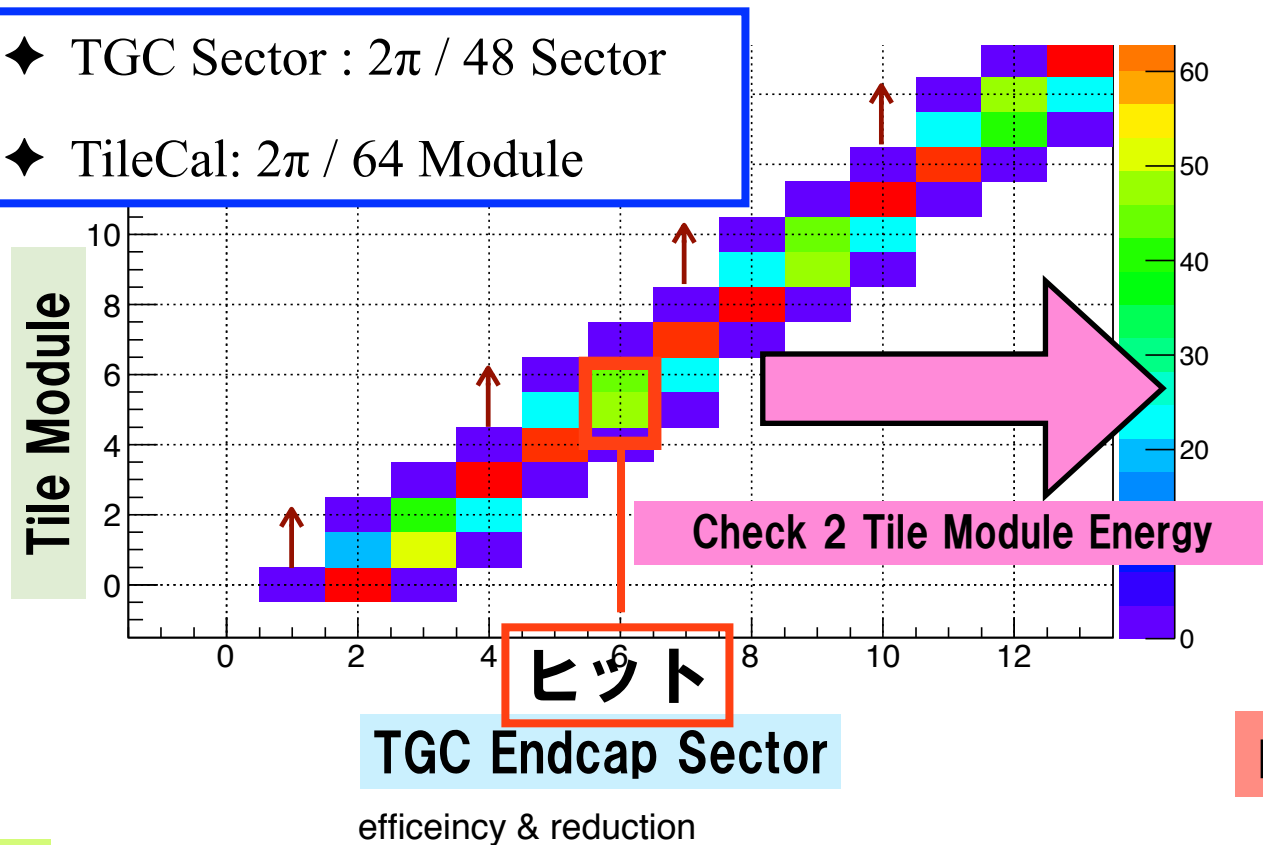
MC で作成した μ を用いて、IP 由来の μ が作るインナー TGC のヒット 情報からコインシデンスが取られるべき組み合わせ (マップ) を作成する (稲丸氏)
それに一致するヒットがあった時にコインシデンスが取れたと判定

コインシデンスの取り方: TileCal

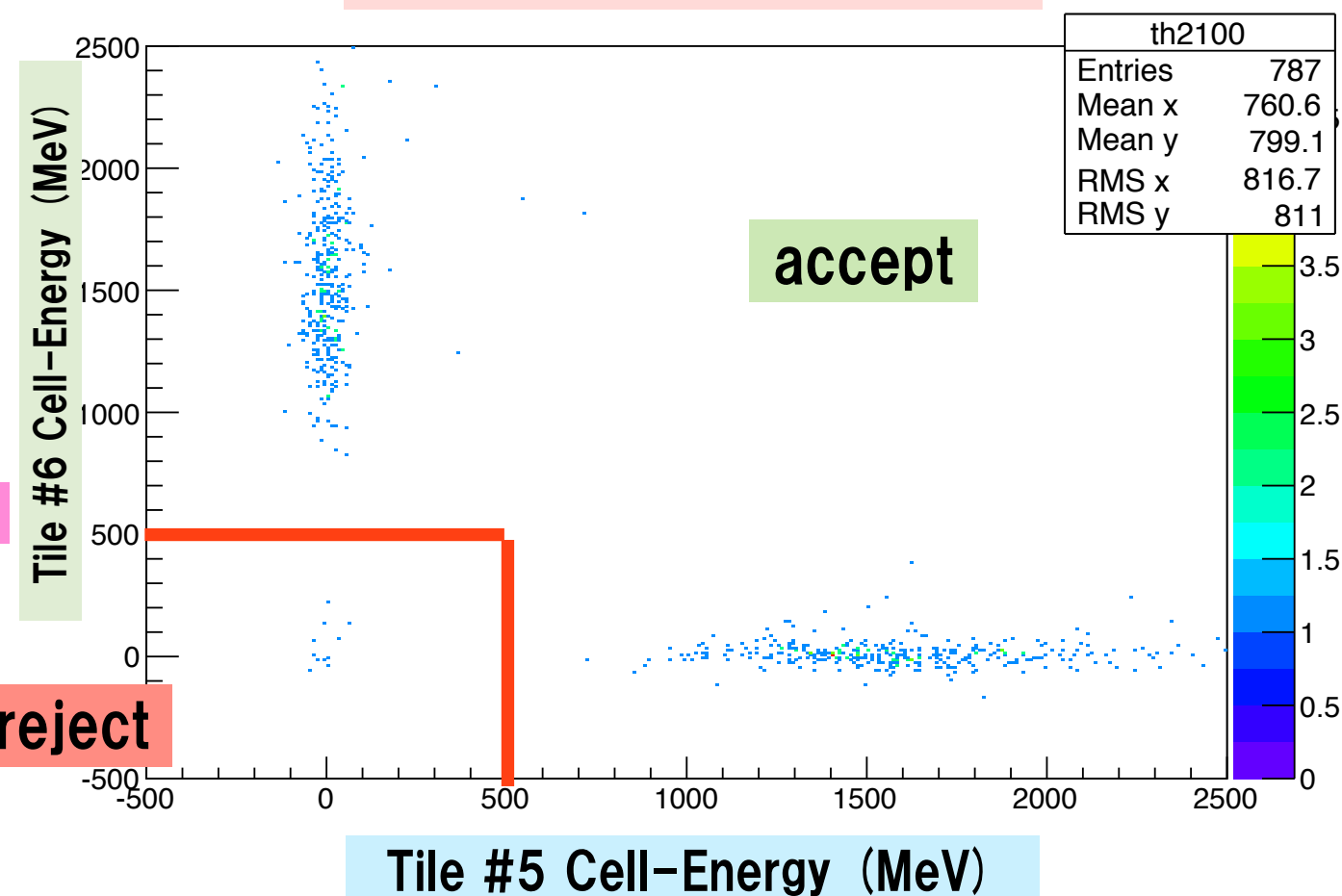
$1.0 < |\eta| < 1.3$ の領域にヒットがあった場合

◆ TGC Sector : $2\pi / 48$ Sector

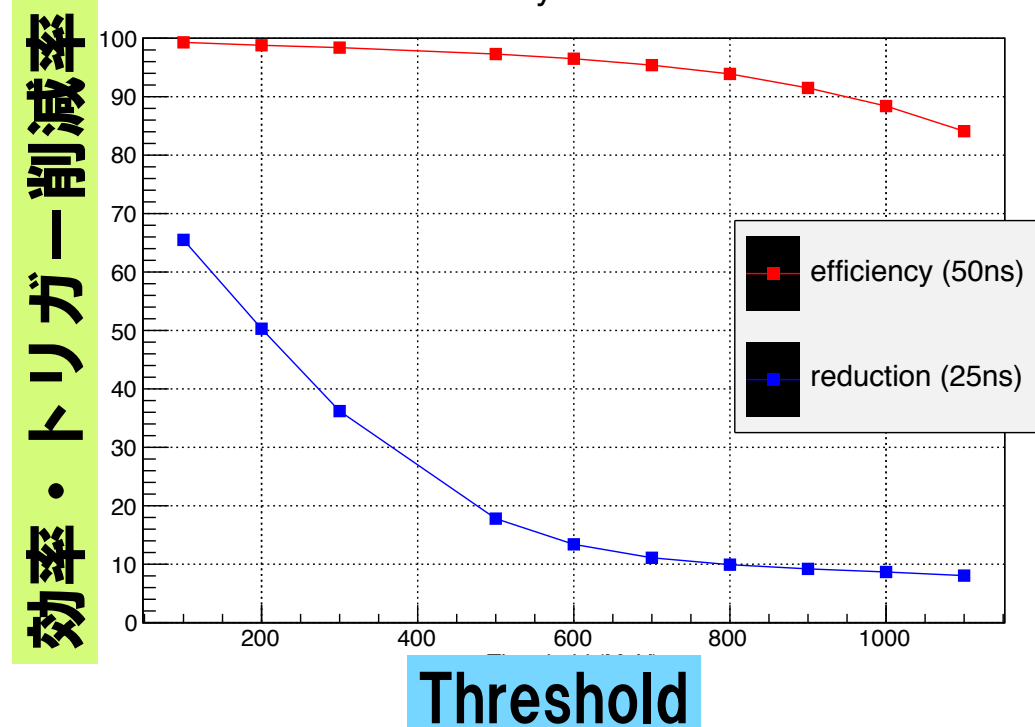
◆ TileCal: $2\pi / 64$ Module



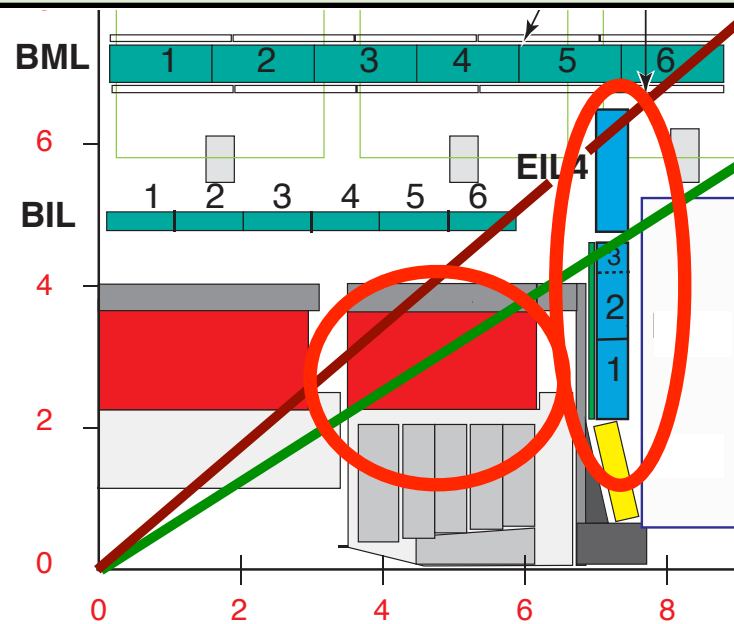
TGC Sector #6 にヒット



ヒットがあった TGC Sector に対応する Tile Module のエネルギーが threshold (ex: 500 MeV) 以上であればコインシデンスと判定する



$1.0 < |\eta| < 1.3$ の領域



□ は検出器の単位
のイメージ

■ : インナー TGC

■ : TileCal

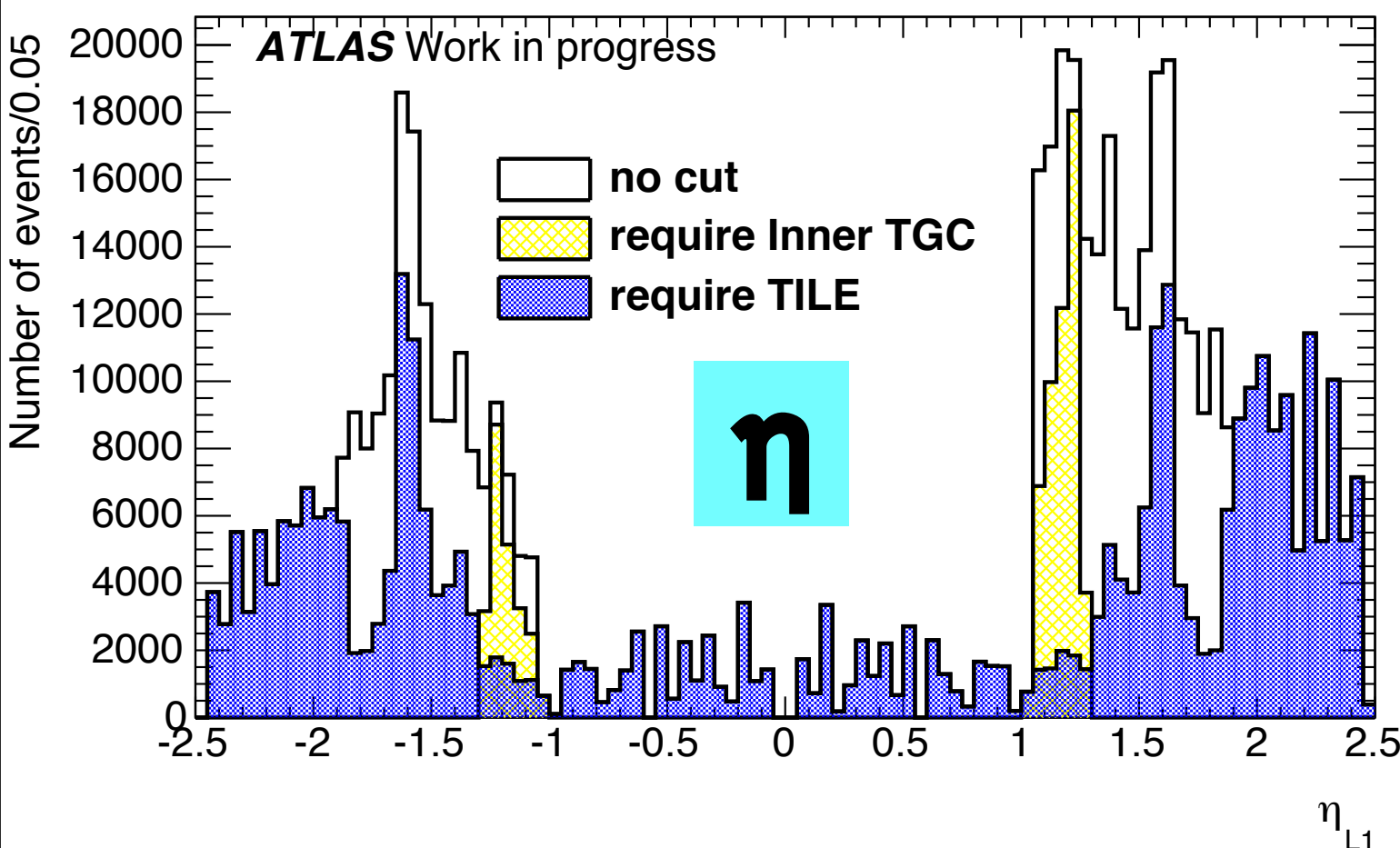
と、それぞれ
コインシデンスを適用する

- 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を調べた

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

- インナー TGC の $1.0 < |\eta| < 1.3$ の部分には Φ 方向を覆っていない部分があるため、効率が悪い
- Tile だけで十分にトリガーレートを削減可能

トリガー削減率・効率



	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 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
⇒ 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 4 (2014年7月) 以降に TileMuon を導入した firmware を実機に導入予定

Backup