

LHC-ATLAS 実験 Run 2 における レベル 1 ミューオントリガー改良の ハードウェアへの実装

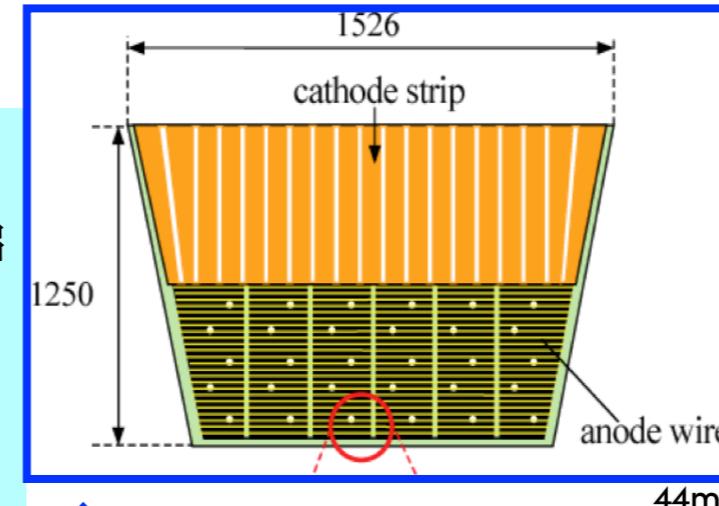
救仁郷拓人, 石野 雅也, 隅田 土詞, 田代 拓也,
蔵重 久弥^A, 長谷川 誠^A, 矢力部 遼太^A, 佐々木 修^B
他 ATLAS 日本 TGC グループ
京大, 神戸大^A, KEK^B

18/ 9/ 2014

TGC, TileCal

TGC (Thin Gap Chamber)

- MWPC の 2 次元読み出し
- ミドルTGC 7 層 + インナーTGC 2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

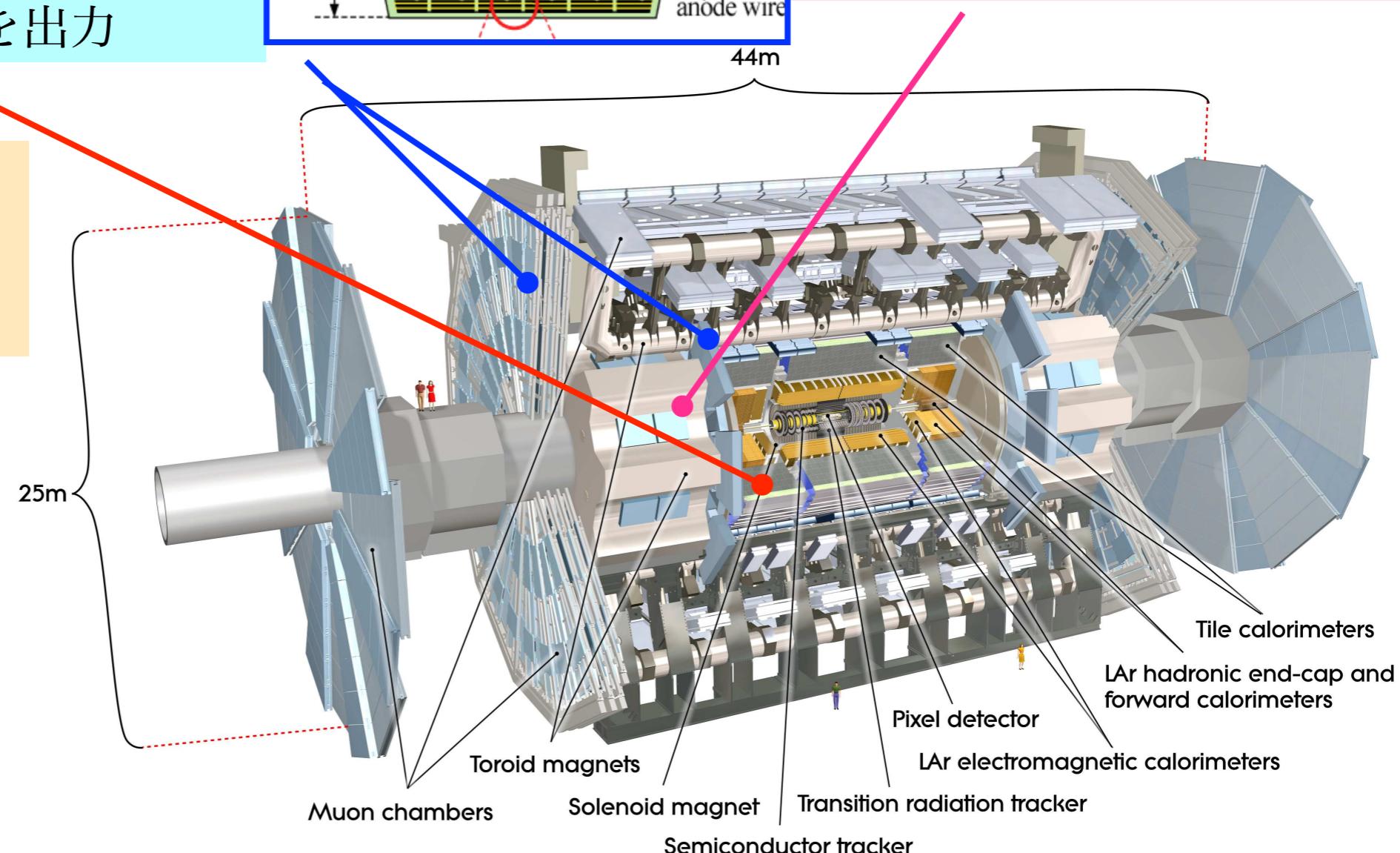
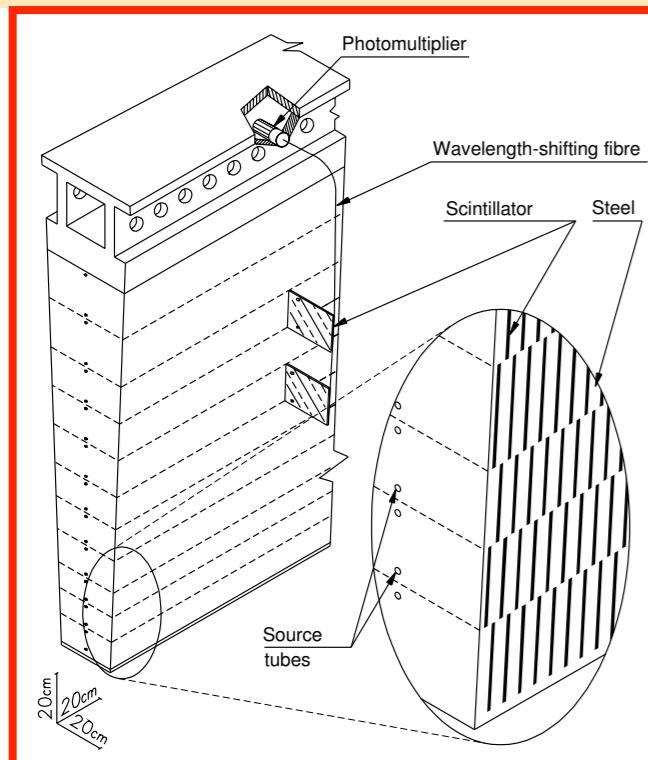


トロイド磁石

- 磁場によって μ を曲げる。
- その曲がり具合から ミドル TGC で p_T を判定

TileCal

- 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



LHC-ATLAS 実験 Run 2

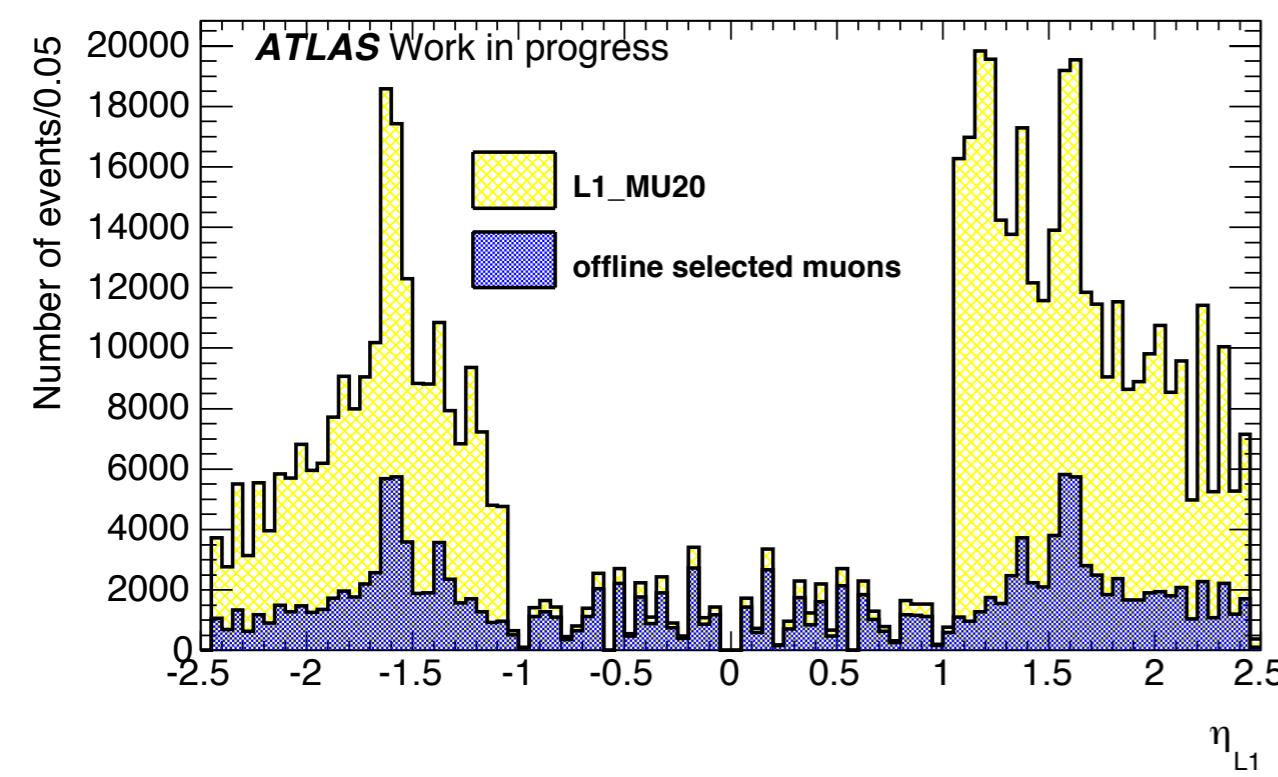
LHC	Run 1 (~2012)	Run 2 (2015 ~)
重心系エネルギー	7 ~ 8	13 ~ 14
Luminosity (cm ⁻² s ⁻¹)	0.7×10^{33}	2.0×10^{33}
バンチ間隔	50	25
ATLAS Level 1 μ	Run 1 (~2012)	Run 2 (2015 ~)
p	15 GeV/c	20 GeV/c
Trigger rate	6 kHz	34 kHz

物理解析からの要請

出来るだけ p_T threshold は
低くしたい

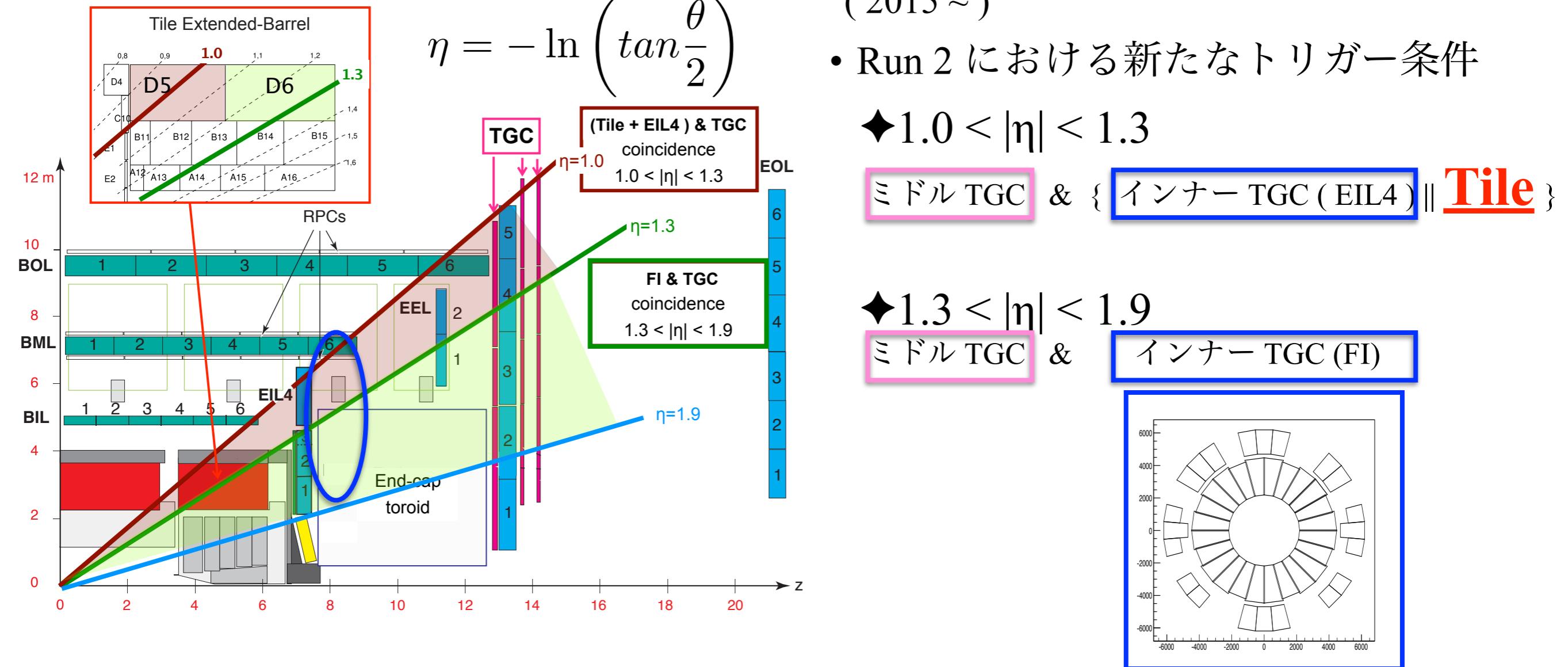
L1 トリガー全体で 100kHz
以内にしないといけない
なので μ のレートも
出来るだけ減らしたい

Run 1 の条件



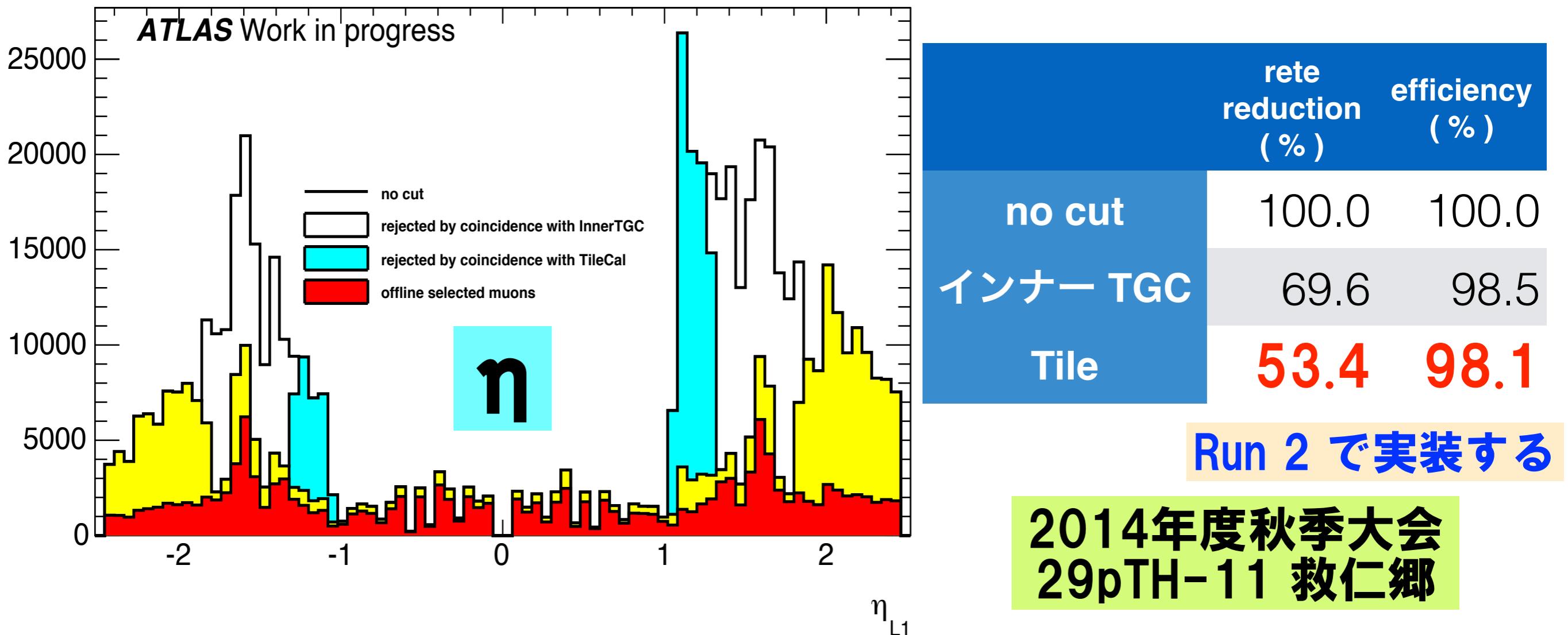
フェイクトリガーを削減して、
トリガーレートを許容出来る
範囲に抑える

TGC と TileCal とのコインシデンス



$1.0 < |\eta| < 1.3$ の領域に新しく TileCal との
コインシデンスを導入する

TGC と TileCal とのコインシデンスの性能



- コインシデンス手法の FPGA への実装 (長谷川 18pSH-4)
- 期待されるパフォーマンスの評価 (矢ヶ部 18pSH-5)

TileCal からの信号を TGC へ送る

- TGC と TileCal という独立した大規模検出器間で情報をやりとり
- TileCal からの信号を TGC のトリガー判定をためには、必要とされるフォーマットのデジタル信号に変換しないといけない



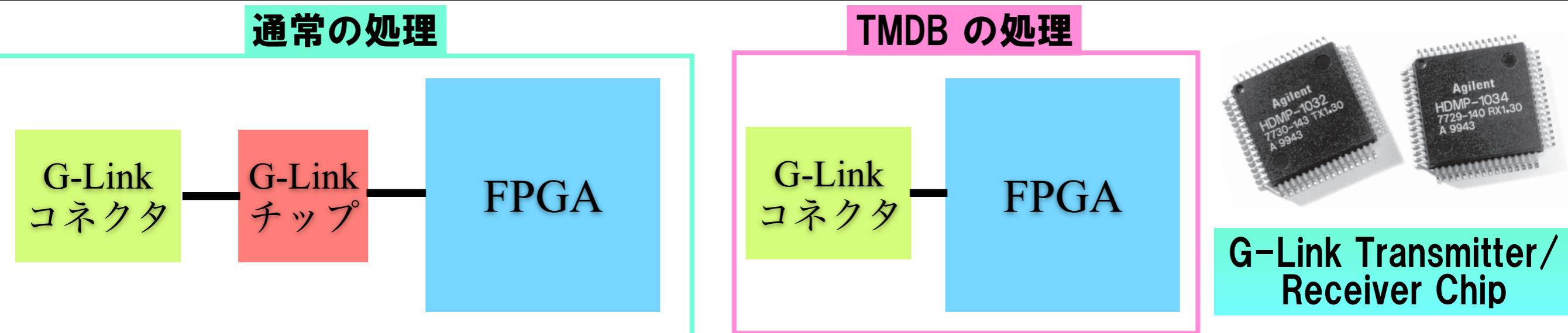
G-Link のフォーマット

TileCal unit 3		TileCal unit 2		TileCal unit 1		TileCal unit 0	
D5+D6	D6	D5+D6	D6	D5+D6	D6	D5+D6	D6
H	L	H	L	H	L	H	L
0	1	0	1	0	1	0	1

TileCal の D5 ・ D6 セルを使用

スレッショルドは H/L の 2つ

TGC と TMDB 間の G-Link コネクションテスト

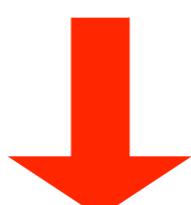


FPGA での G-Link 信号生成のエミュレーションが正しく動作することを確かめるために、FPGA に書き込んだテストパターンを打ち出すテストを行った。

・ テスト項目

- ✓ G-Link 信号のエラービットが正常であることの確認
- ✓ 16 bit の全ての bit にテストパターンを打ち、それらが正しく読み出せることの確認

**TMDB - SL 間の
コネクション 0.K.**



Next Step

TileCal からのアナログ信号を処理してテスト

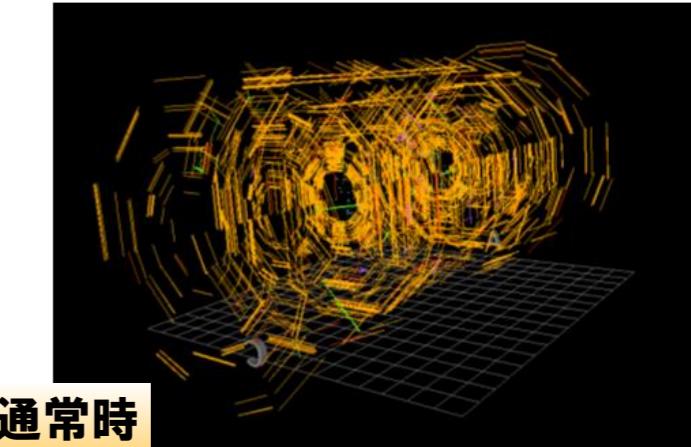
ノイズバースト

・ノイズバーストとは

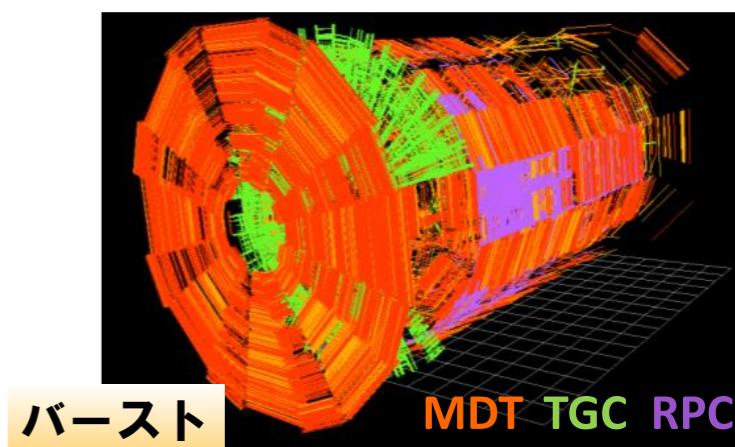
Run1においてノイズが原因と思われるヒットがミューオン検出器全体で大量に見られるイベントがあった。その結果、バッファーのオーバーフローが起こり、データ取得の障害が起こった

・ノイズバーストを避けるために

バーストが起きた際にはトリガーを VETO する機能を TGC ミューオントリガー判定を行う SL FPGA に実装した



通常時



バースト

2013年度秋季大会
20pSM-6 来見田

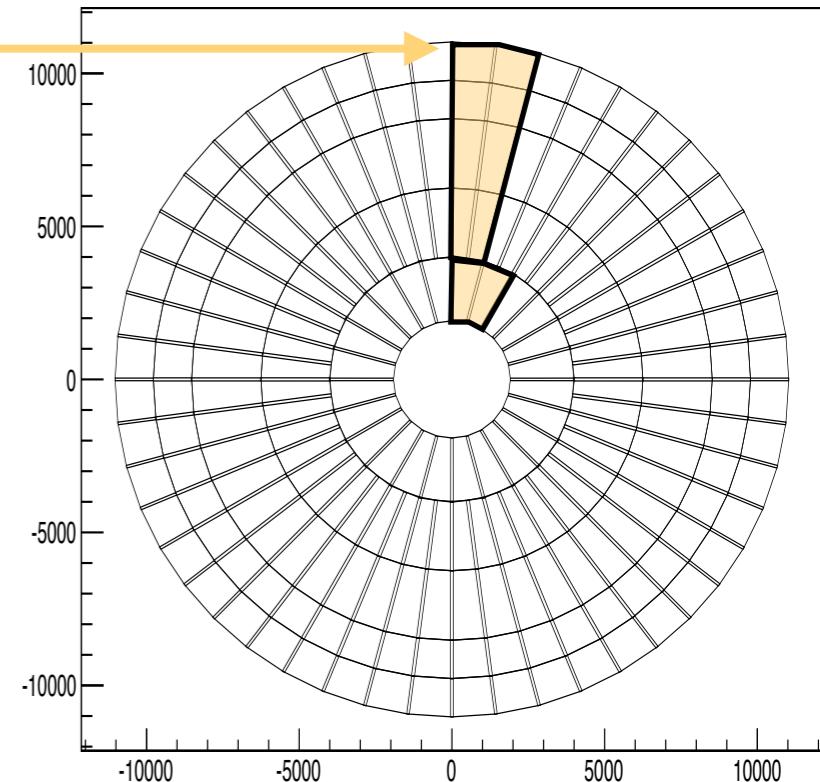
バーストの原因是未だ不明。原因を突き止めたい

ノイズバーストの調べ方

- **TGC SL で処理**

TGC SL では右図のオレンジ色部分の範囲を処理しているため、TGC 全体の情報を調べることは出来ない

そのため、TGC 全体の情報を調べるために新しいモジュールを開発する必要がある



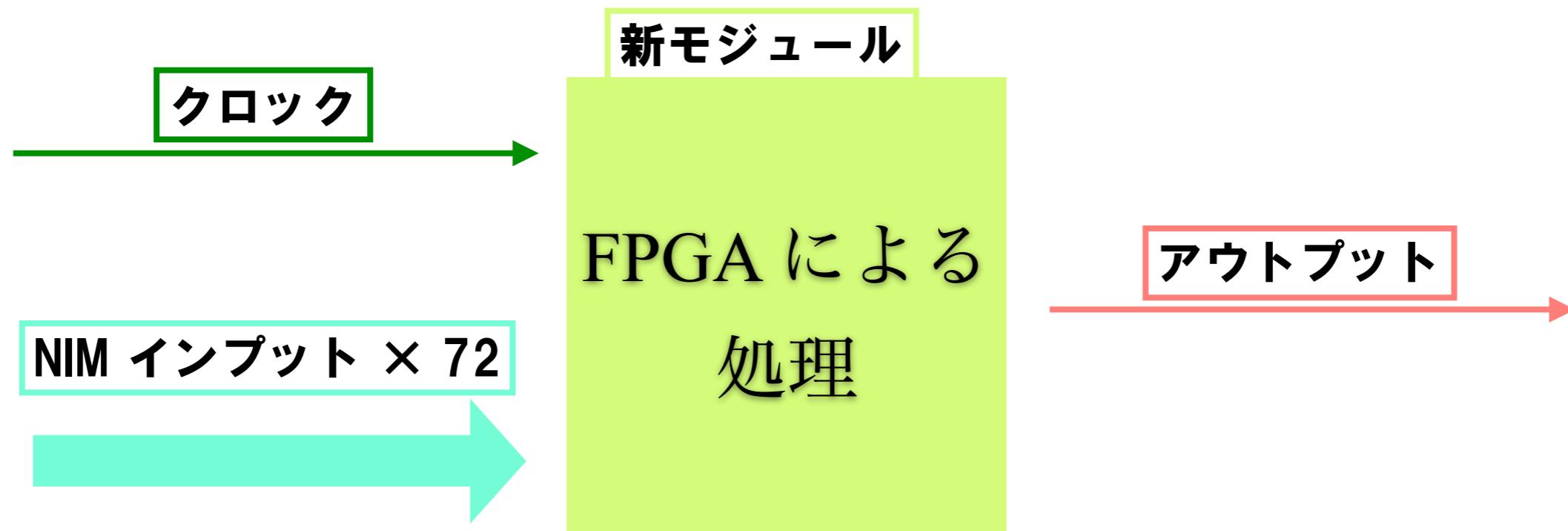
Φ方向の分割単位
 $1.0 < \phi < 1.9 : 48$
 $1.9 < \phi < 2.4 : 24$

- **新しい VME モジュール開発**

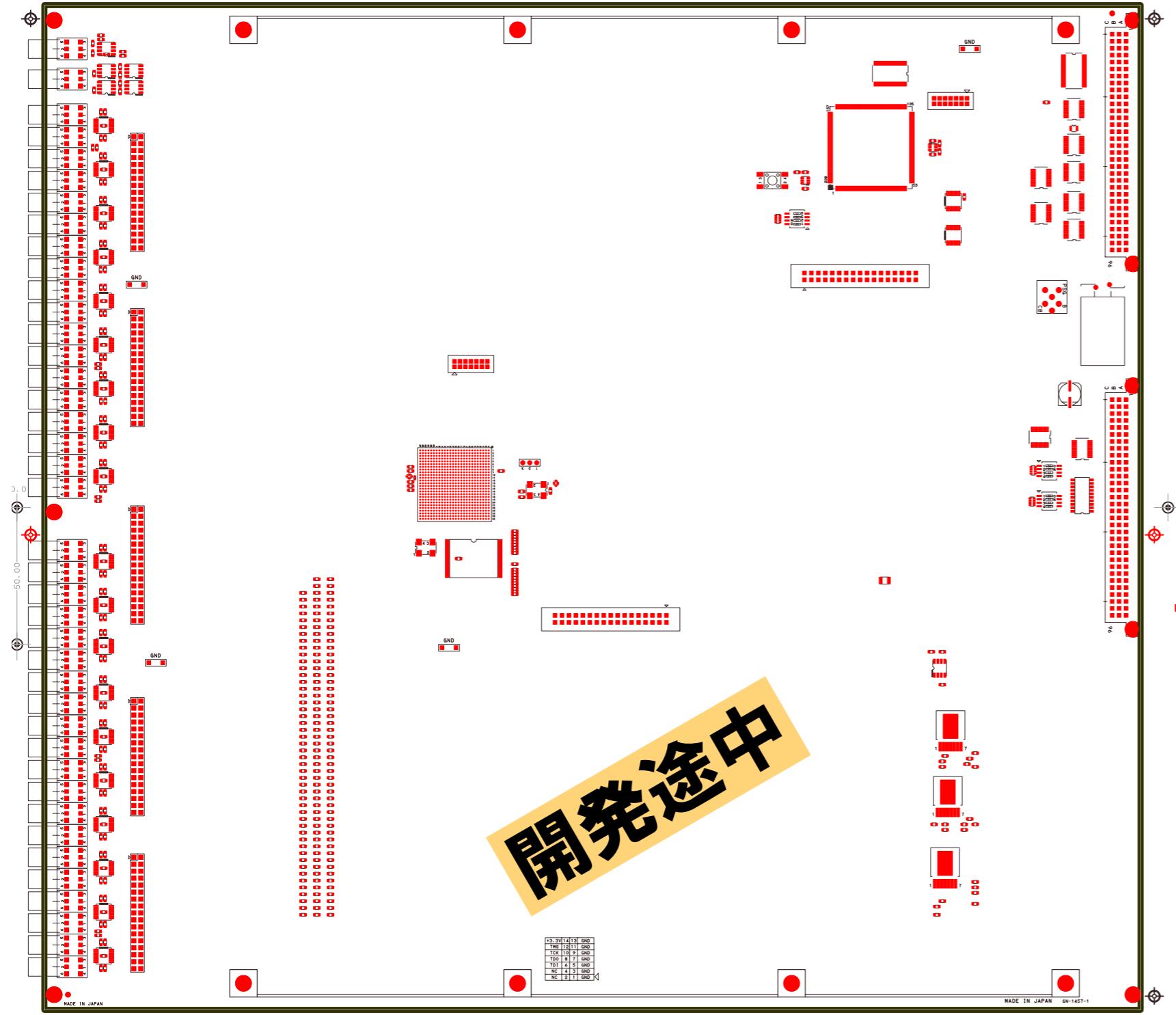
TGC SL には LEMO コネクタがついていて、そこからトリガー情報を出力することが出来る。その NIM 信号を全ての SL から一つのモジュールに集約することで **TGC 全体の情報** からバースト判定を行うことが出来る。

VME モジュールに要求される性能

- **要求性能**
 - SL からの入力を全て処理するために LEMO コネクタ 72 個が必要
 - LHC のクロックと同期して動作する
 - 出力用の LEMO コネクタが必要
(高速で FPGA のコンフィギュレーションが出来るメモリ BPI を載せる)



開発途中



✓回路図 OrCAD 作成
-基板レイアウト
-FPGA ファームウェア開発

スケジュール

- 9月後半：試作機発注
- 10月後半：試作機完成
- 試作機の試験
- 11月後半：量産機発注
- 12月後半：量産機完成



Open source consortium of Instrumentation

まとめ

- TileCal と TGC のコインシデンス
 - 開発中の TMDB と TGC SL との間の接続試験を行った
 - G-Link 信号を FPGA で正しく生成することに成功
- ノイズバーストの精密調査
 - ノイズバーストを調査するために VME モジュールを開発中
 - 必要な性能を調査し、それに見合う回路図を作成した
 - 現在業者による基板設計の最中

Backup