

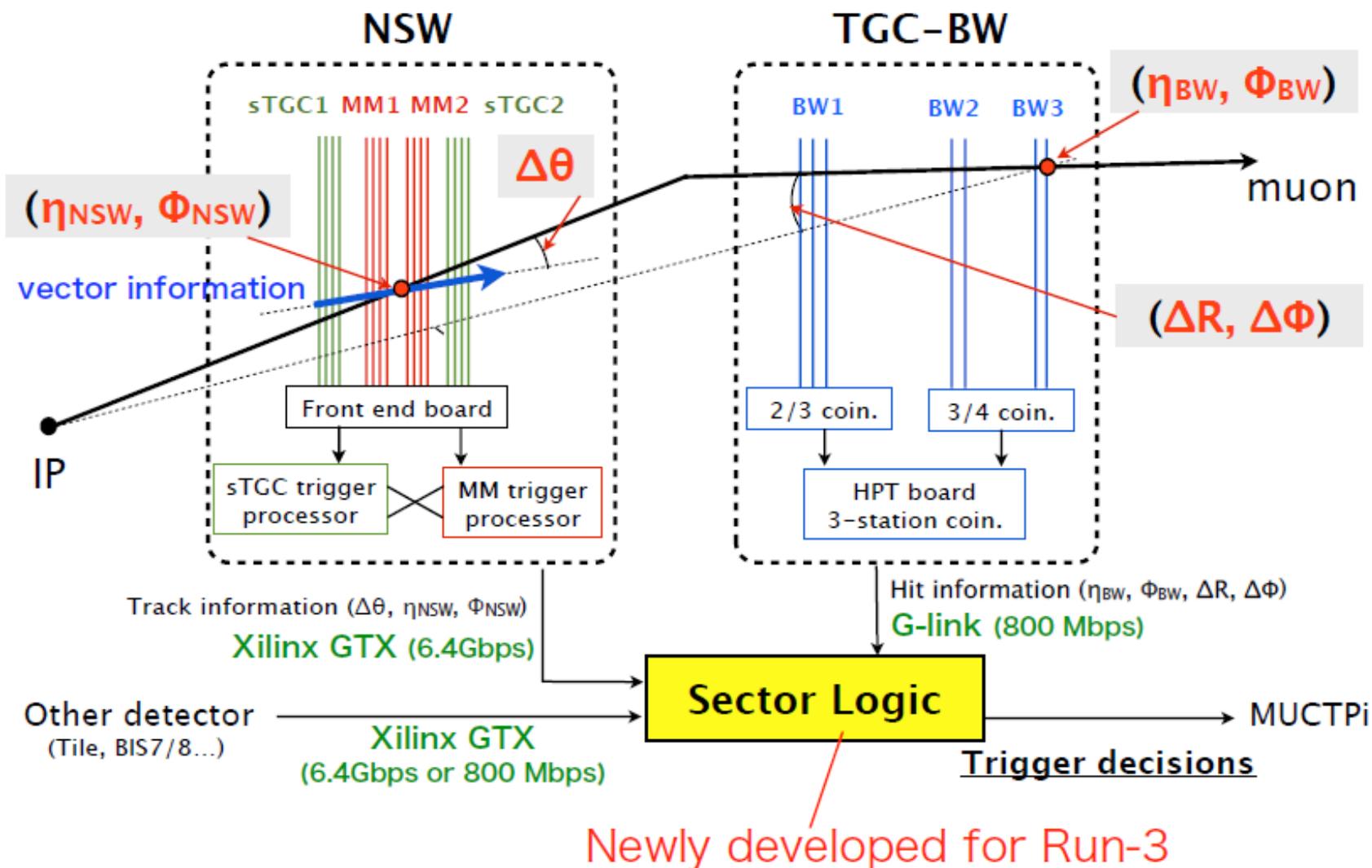
LHC-ATLAS実験Run3のための レベル1ミュオントリガーにおける DAQソフトウェアの開発

神戸大学 M2
谷岡 凌

1. Phase-1 upgrade overview
2. Beam Test
3. Summary

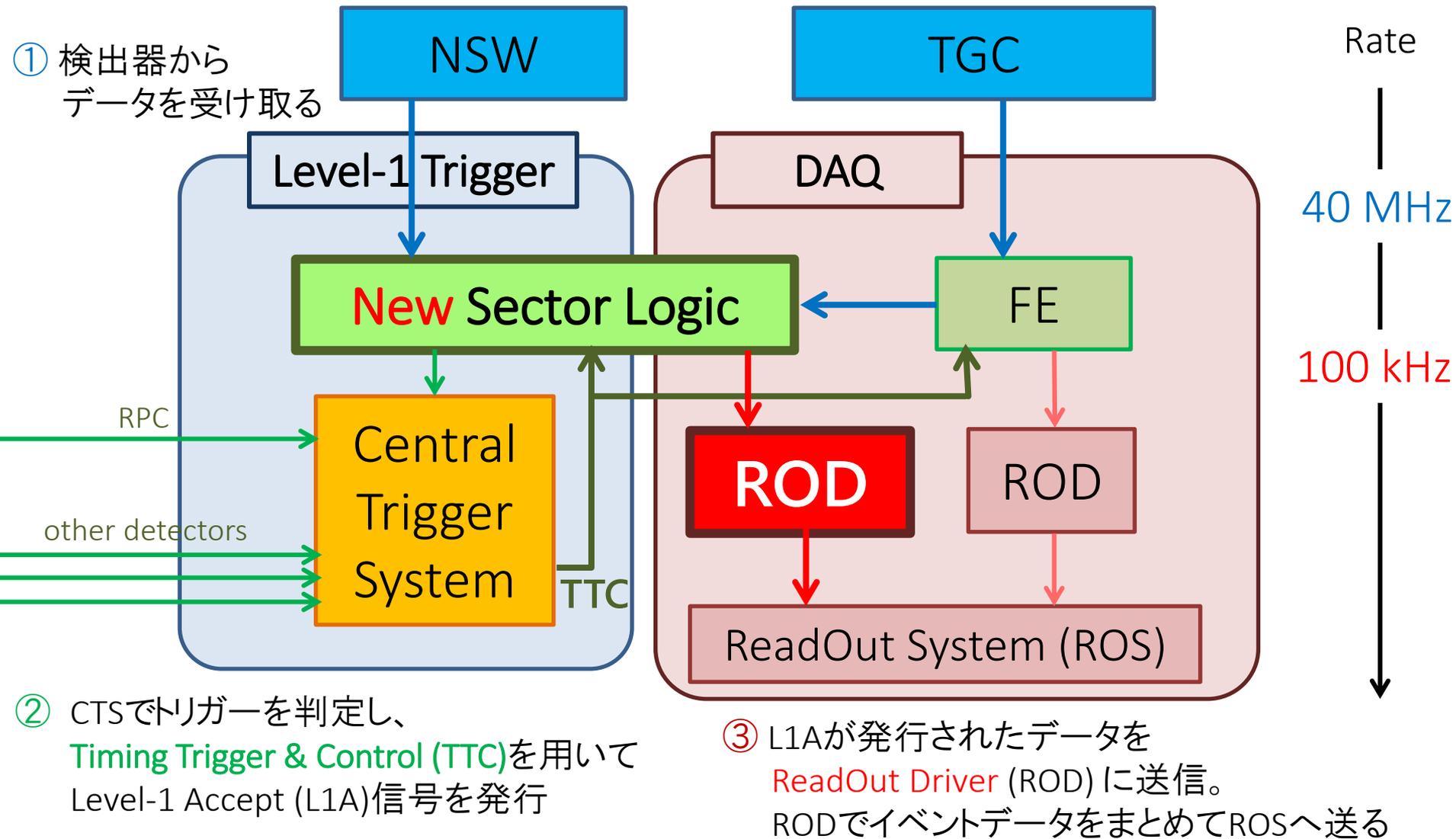
phase-1 upgrade of level-1 muon trigger

2

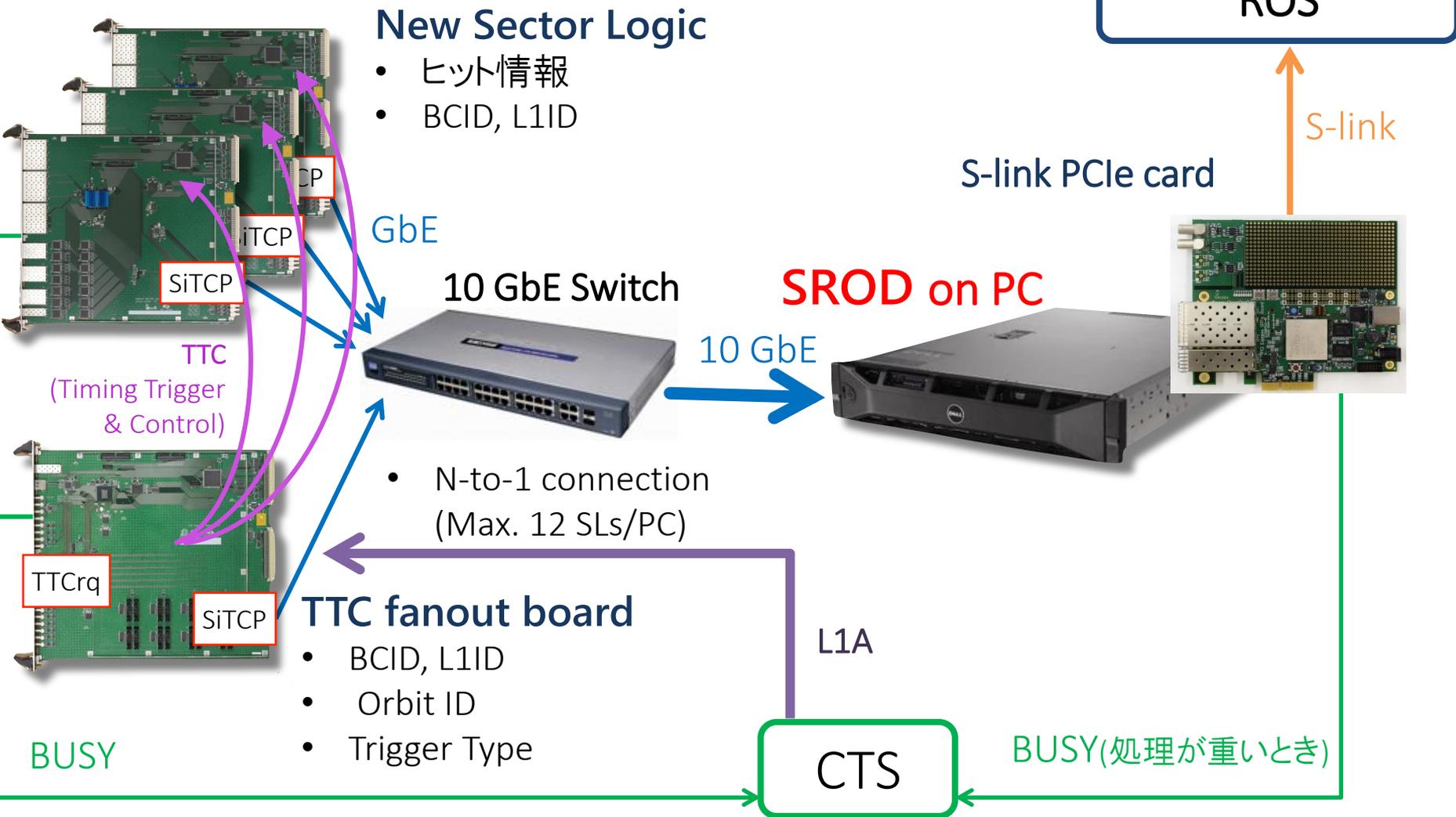


ATLAS TDAQ System

3



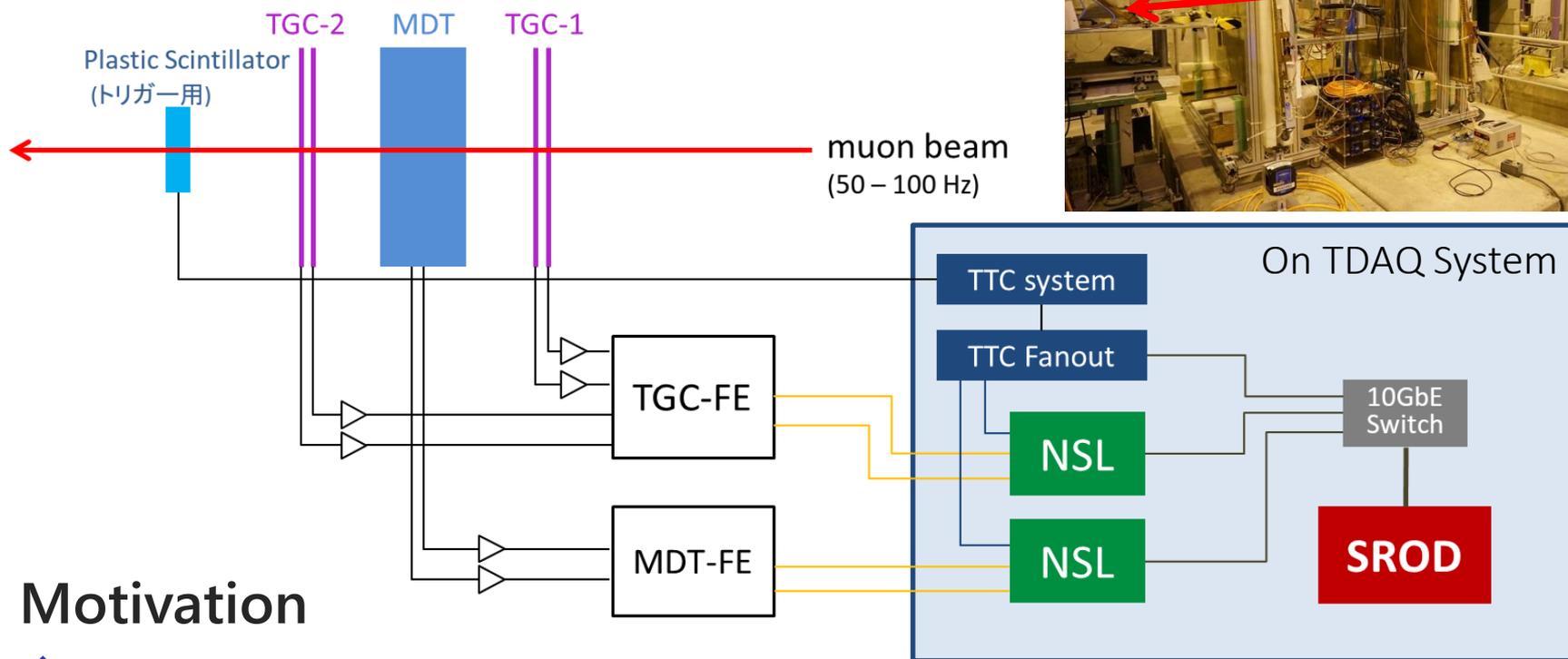
Readout structure



Test Beam

5

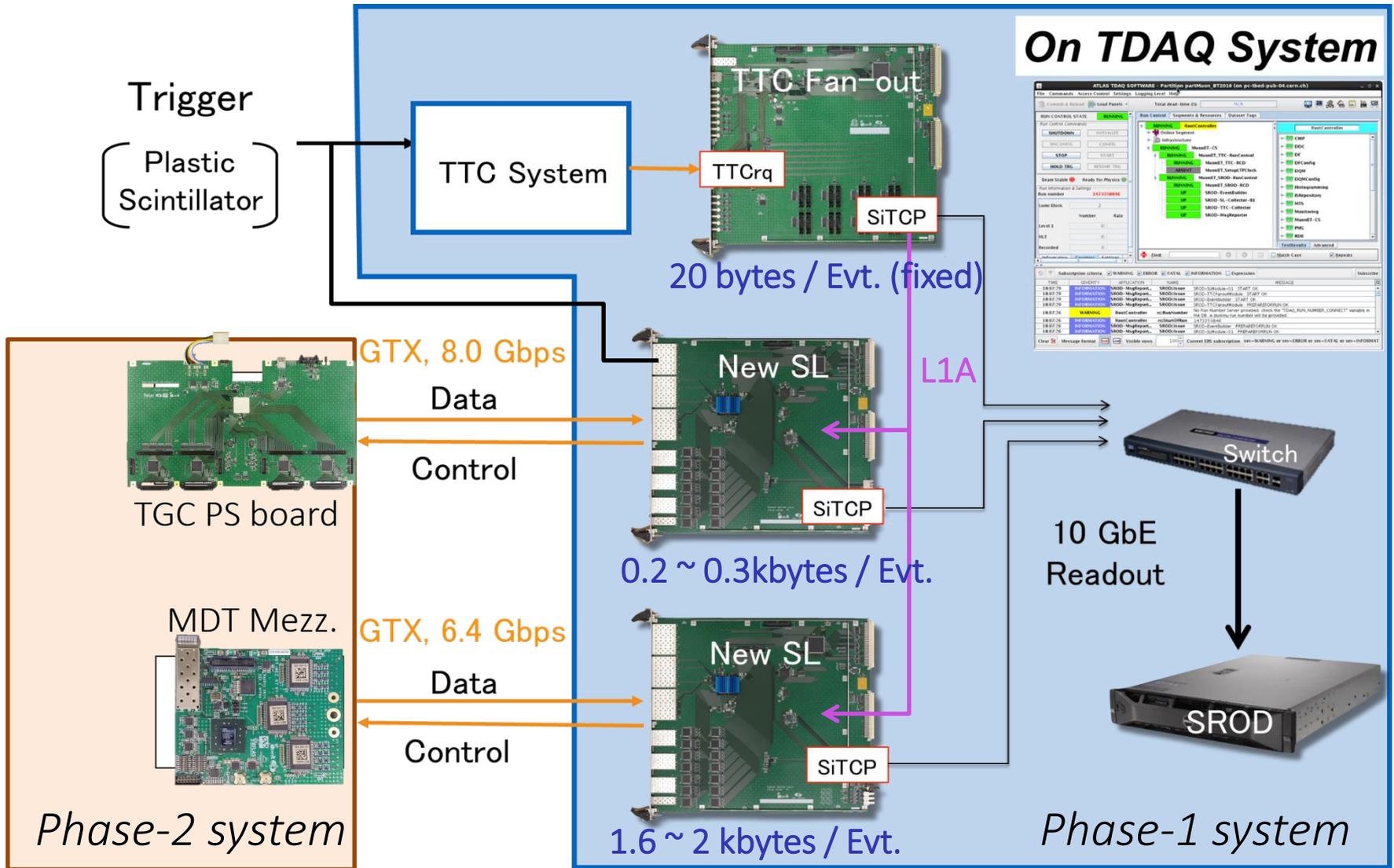
CERN SPS H8のビームを用いた性能評価



Motivation

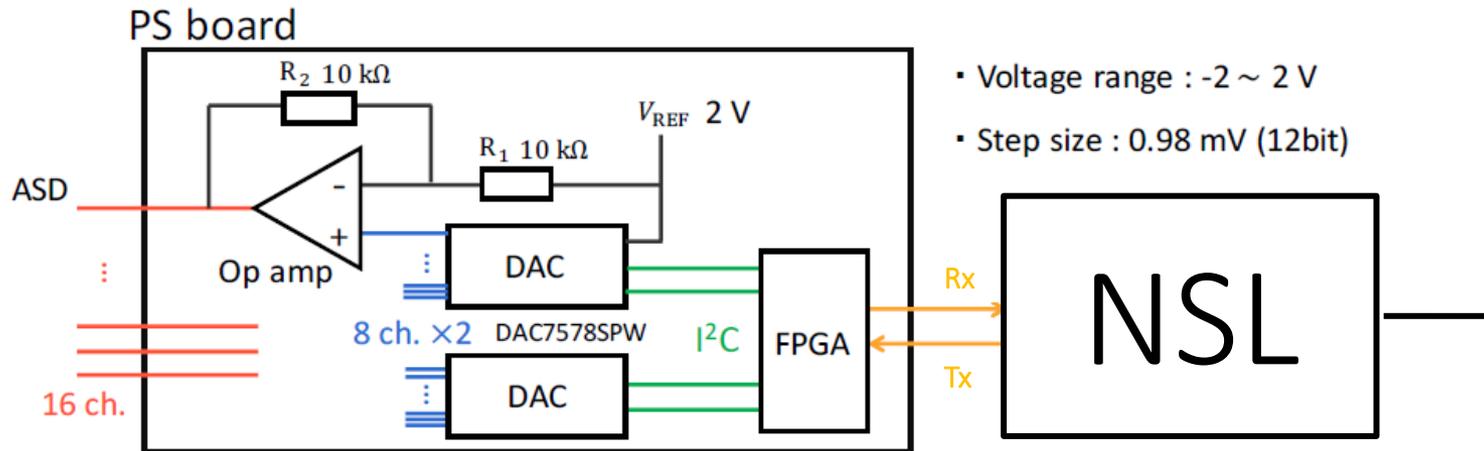
- ◆ To test **New-SL**, **TTC Fanout**, and **SROD** on **TDAQ system**

Setup @ Test Beam

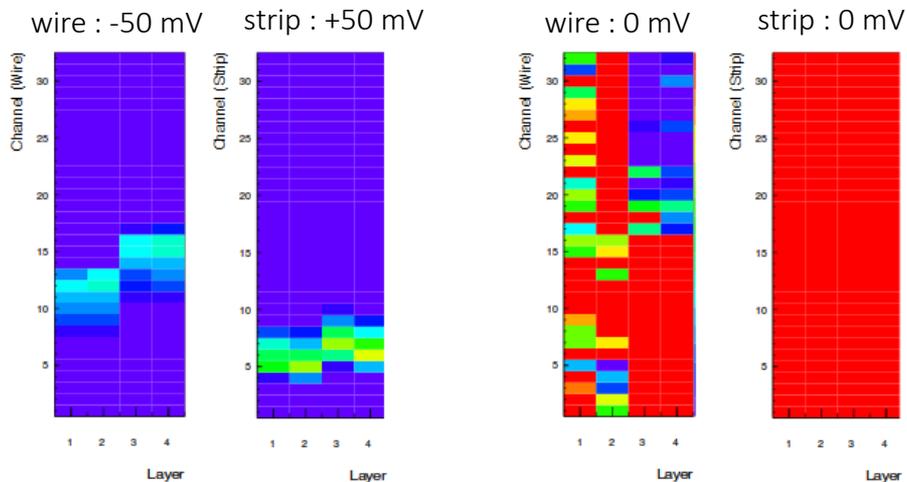


TGC Control via Tx

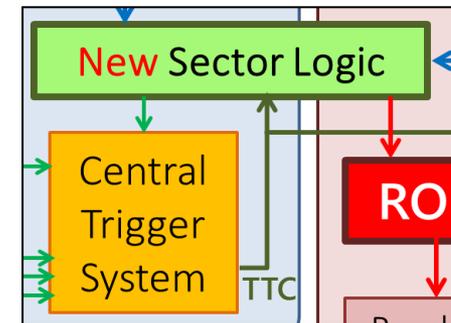
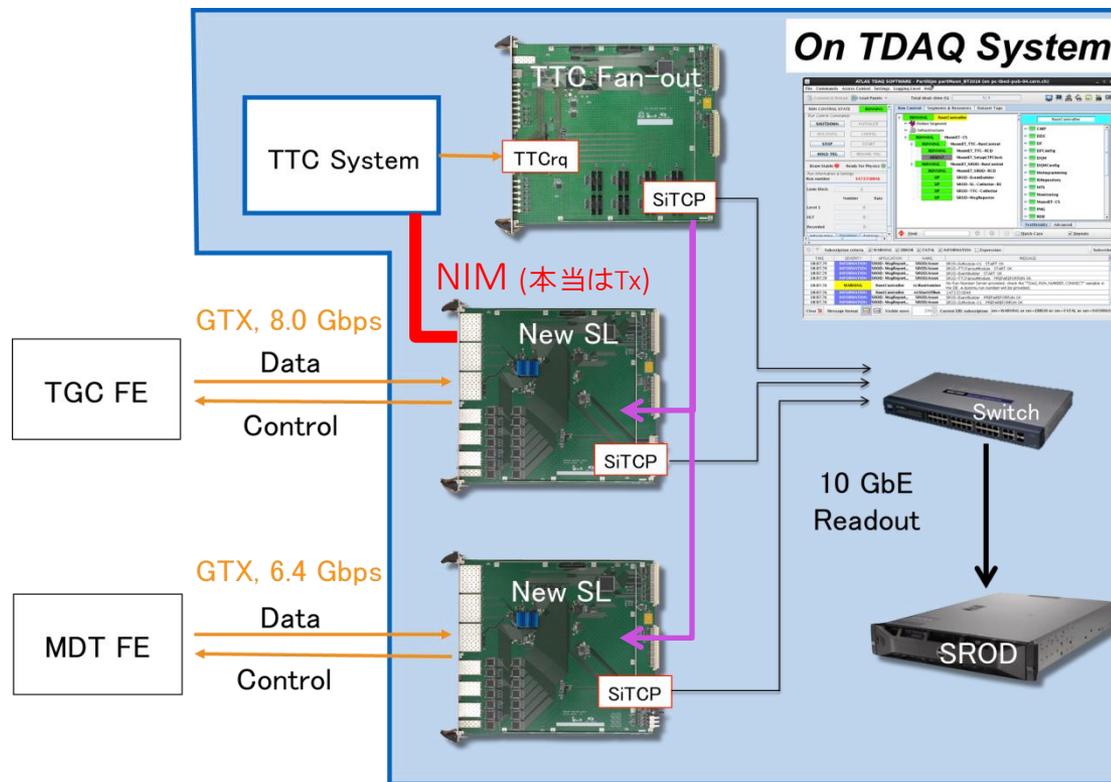
◆ NSLからPS boardの設定を行った。



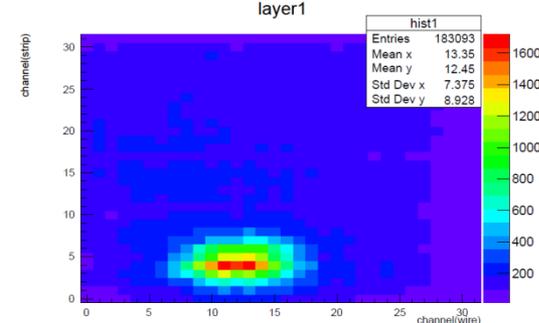
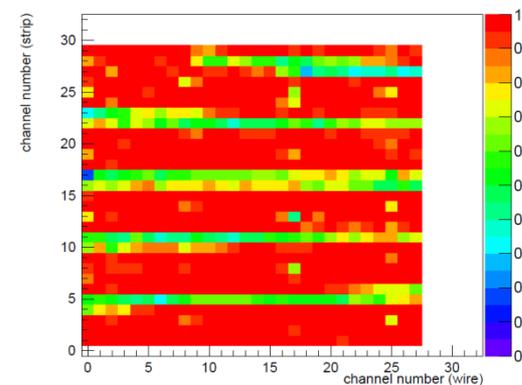
TGCのスレッシュホールド値を設定



Validation of readout line



efficiency (layer1)



- NSLからトリガーを出すことに成功
- 一連のシステムを用いたデータの読み出しに成功

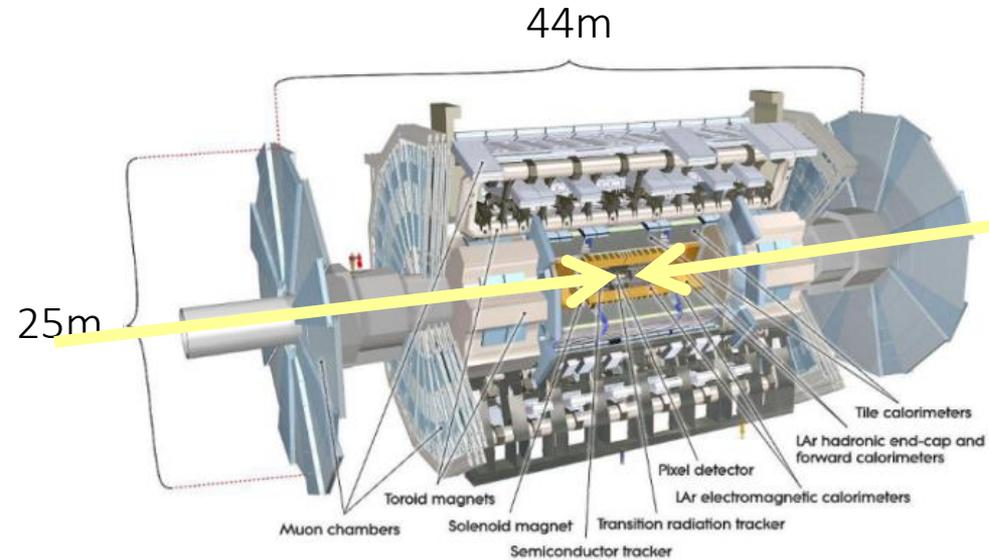
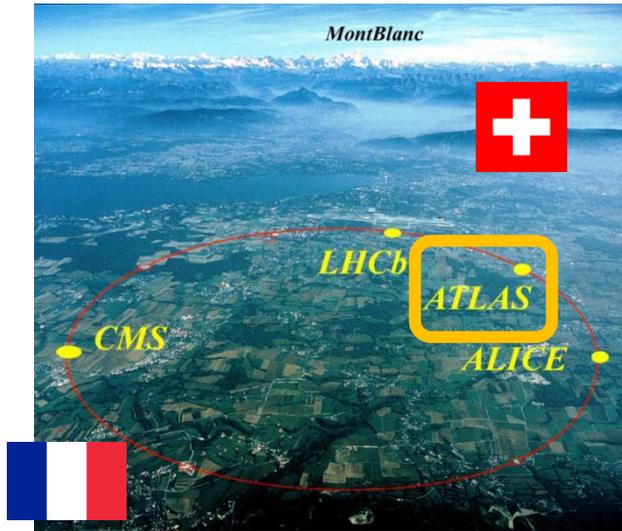
LHC Run-3に向けた レベル1ミューオントリガーのアップグレード

- ◆ NSL, TTC Fanout, SRODの開発
- ◆ ATLASのフレームワークに則った制御

Phase-1のシステム全体の検証のためのビームテスト

- ◆ TDAQ環境に載せた初めての試験
- ◆ NSLやTTC Fanout BoardとSRODの接続試験

back up



LHC (Large Hadron Collider)

- 陽子・陽子衝突加速器
- 重心系エネルギー 13 TeV
- 衝突頻度 40.08 MHz
- 周長 27 km

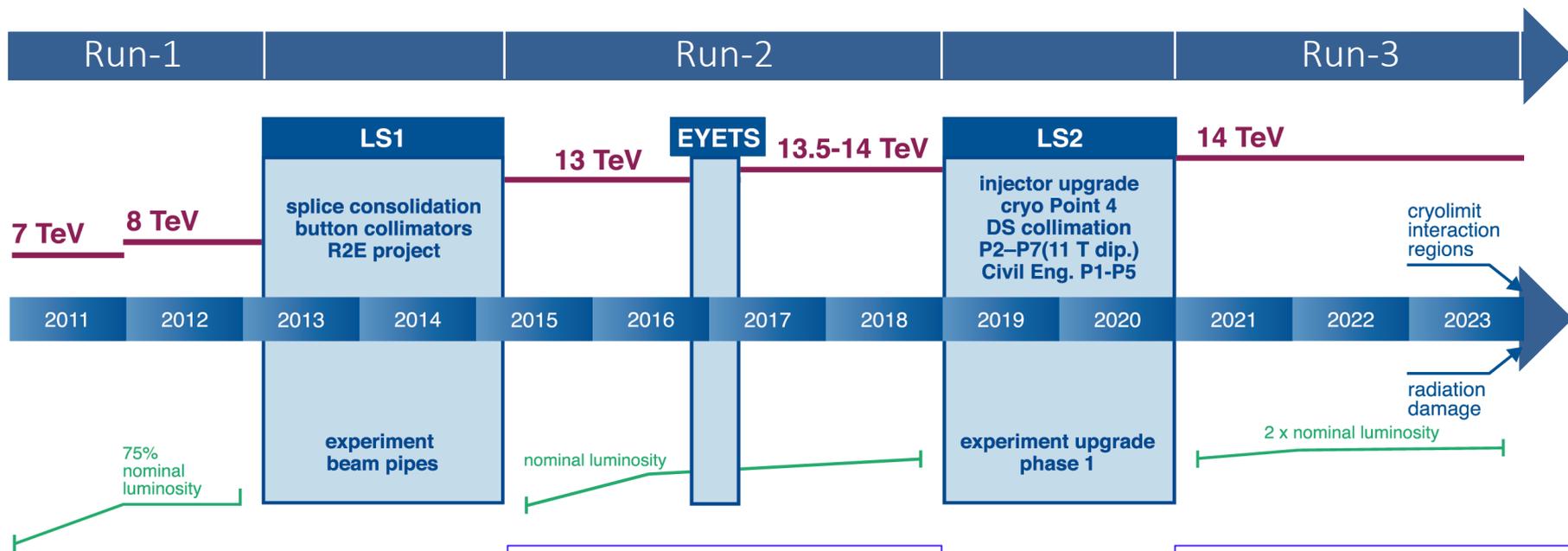
ATLAS (A Toroidal LHC Apparatus)

- 新粒子・新物理の探索
- 標準理論の精密測定

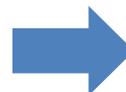
LHC Upgrade plan

12

段階的なアップグレード計画



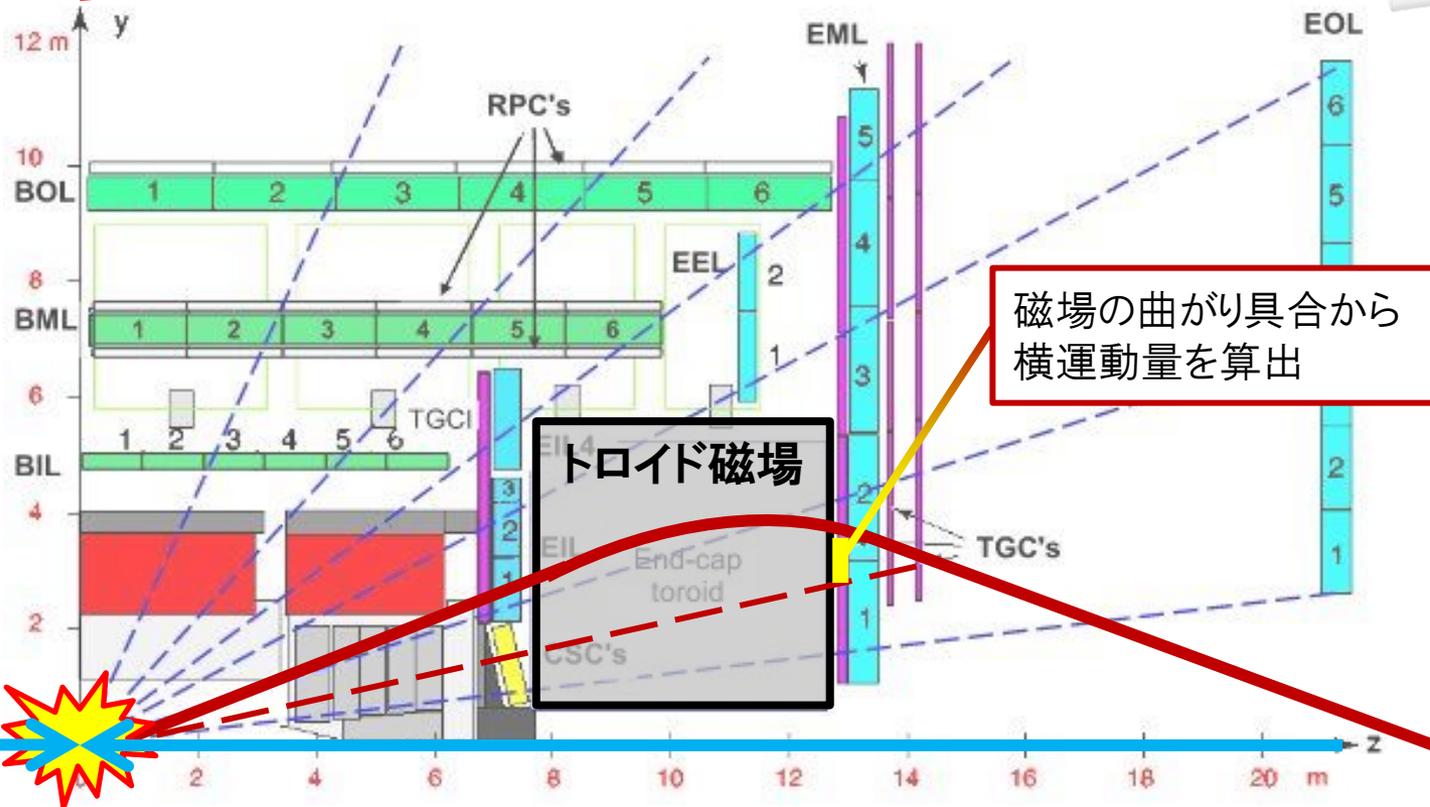
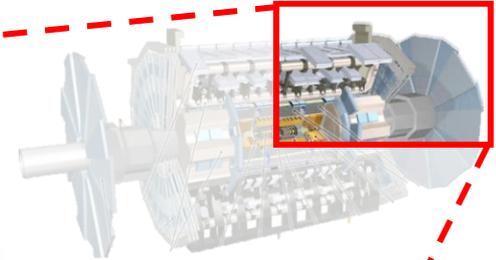
積分ルミノシティ
 150 fb^{-1}
最大ルミノシティ
 $2.0 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$



積分ルミノシティ
 300 fb^{-1}
最大ルミノシティ
 $3.0 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Level-1 Muon Trigger

ミュオンは透過力が高い
→ ATLASの最外層で検出



Level-1 Muon Trigger

14

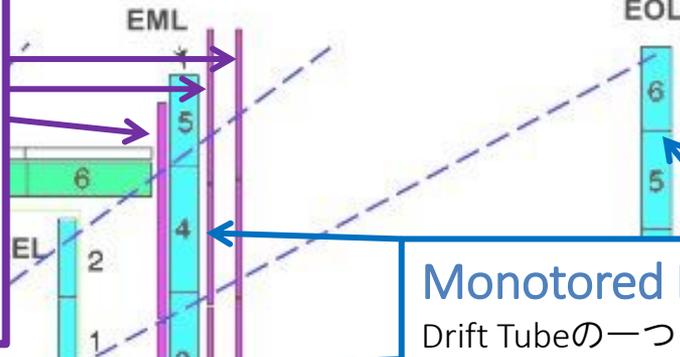
Thin Gap Chamber (TGC)

MWPCの一つ

- ワイヤ間隔 1.8 mm
- ワイヤ - ストリップ間隔 1.4 mm



トリガー用 (レベル1トリガー)



飛跡の精密測定
(ハイレベルトリガー)

Monitored Drift Tube (MDT)

Drift Tubeの一つ

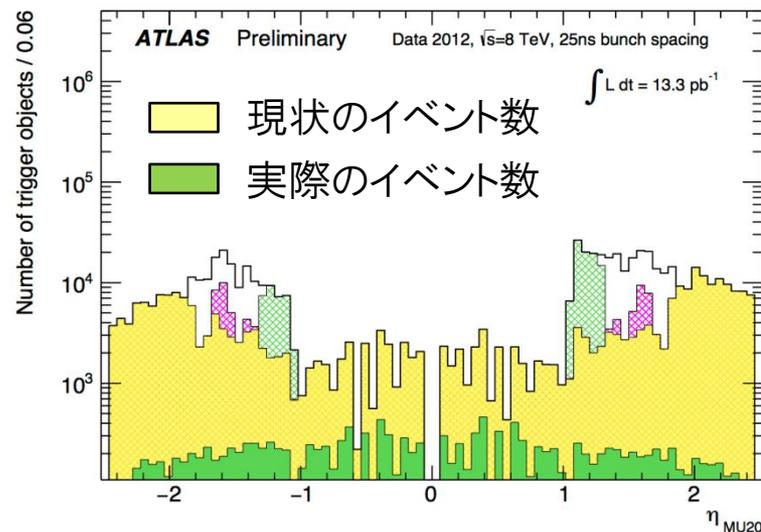
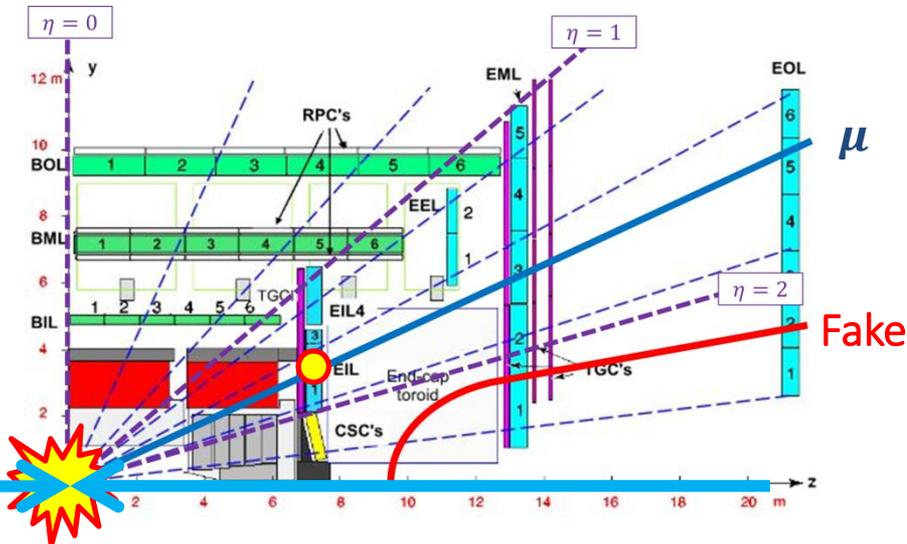
- アノード直径 50 μm
- カソード直径 30 mm



トロイド磁場

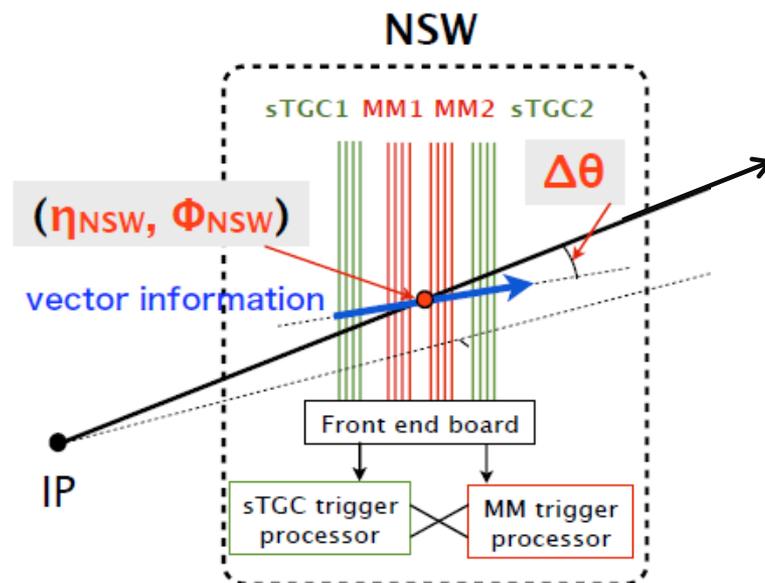
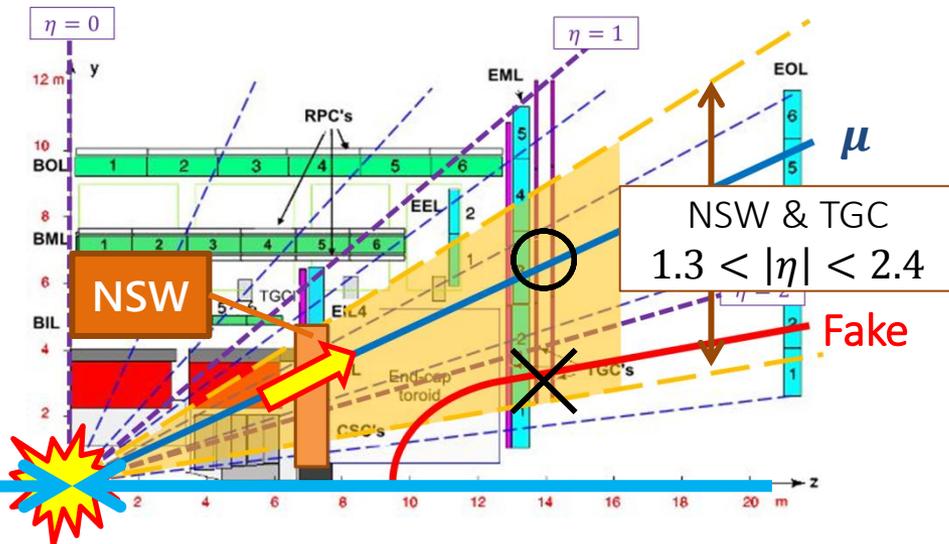


◆ フェイクトリガーが大きな問題に



- ◆ 現在は内側の検出器のヒット情報とのコインシデンスをとっているがそれでもフェイクトリガーは多い。
- ◆ Run-3ではルミノシティが上がるため、フェイクトリガーを削減する必要がある。

Run-3から新たに導入される検出器



- ◆ ミューオンの位置と方向を取得
- ◆ TGC-BWとのコインシデンスをとり、衝突点由来のミューオンを選別

Run-3の条件で予想されるイベントレート

TGC-BW	TGC-BW + TGC-FI + Tile Calo.	TGC-BW + NSW + Tile Calo.
51 kHz	28 kHz	13 kHz

~ 50%削減

ATLAS TDAQ system

17

ATLAS実験のトリガー(Trigger)及びデータ取得(Data AcQuisition)を司るフレームワーク

- ◆ エレクトロニクス制御, 検出器間の同期, 各種システムの設定, etc.

Run Controller

Segment, Resourceを制御

The screenshot displays the ATLAS TDAQ software interface. The top window, titled 'ATLAS TDAQ SOFTWARE - Partition part_TGC_SLMonTest', features a 'Run Control' tab with a tree view of system components. A red circle highlights the 'RootController' and its sub-segments, including 'TGC', 'TGC.A-Side', 'TGC.C-Side', 'TGC.TTC-C', 'TGC.SideC.RunControlApplication', 'TGC.Rod-C', 'TGC.FE-C', 'TGC.SL-Monitoring', 'TGC.SL-MDA-Monitoring', and 'TGC.SL.GnamMonitoring'. To the right of this tree, the text 'Resource システムを動かすソフトウェア' and 'Segment システムの集合体' is displayed. Below the Run Control window, a blue circle highlights the 'Error Reporting Service (ERS)' window, which shows a table of error messages. The table has columns for TIME, SEVERITY, APPLICATION, NAME, and MESSAGE. Three rows of information messages are visible, all with a severity of 'INFORMATION' and originating from 'TGC.FE-RCD_ECC03...'. The messages describe command receipt and execution for various test scripts.

TIME	SEVERITY	APPLICATION	NAME	MESSAGE
16:55:43	INFORMATION	TGC.FE-RCD_ECC03...	TGC.FE:Information	Command received + arg: /bin/sh /det/muon/TGC/StandalonePartition/SLMonTest/scripts/./scripts/WriteTestPattern_atCCI.sh part_TGC_SLMonTest track 85 ON 07 08 09 13 + uid: TGC.FE.Module_ECC03_FillTest
16:55:43	INFORMATION	TGC.FE-RCD_ECC01...	TGC.FE:Information	Command received + arg: /bin/sh /det/muon/TGC/StandalonePartition/SLMonTest/scripts/./scripts/WriteTestPattern_atCCI.sh part_TGC_SLMonTest track 85 ON 01 02 03 15 + uid: TGC.FE.Module_ECC01_FillTest
16:55:43	INFORMATION	TGC.FE-RCD_ECC02...	TGC.FE:Information	Command received + arg: /bin/sh /det/muon/TGC/StandalonePartition/SLMonTest/scripts/./scripts/WriteTestPattern_atCCI.sh part_TGC_SLMonTest track 85 ON 04 05 06 + uid: TGC.FE.Module_ECC02_FillTest

Error Reporting Service (ERS)

resourceからのメッセージを表示

RODはRun-1/2では専用のハードウェアモジュールだったが、本研究ではトリガー用のデータのみソフトウェアで処理を行う。

- ◆ 市販のハードウェア(PC・スイッチ)を使用
- ◆ 変更・デバッグが容易

Software-ROD (SROD)への要請

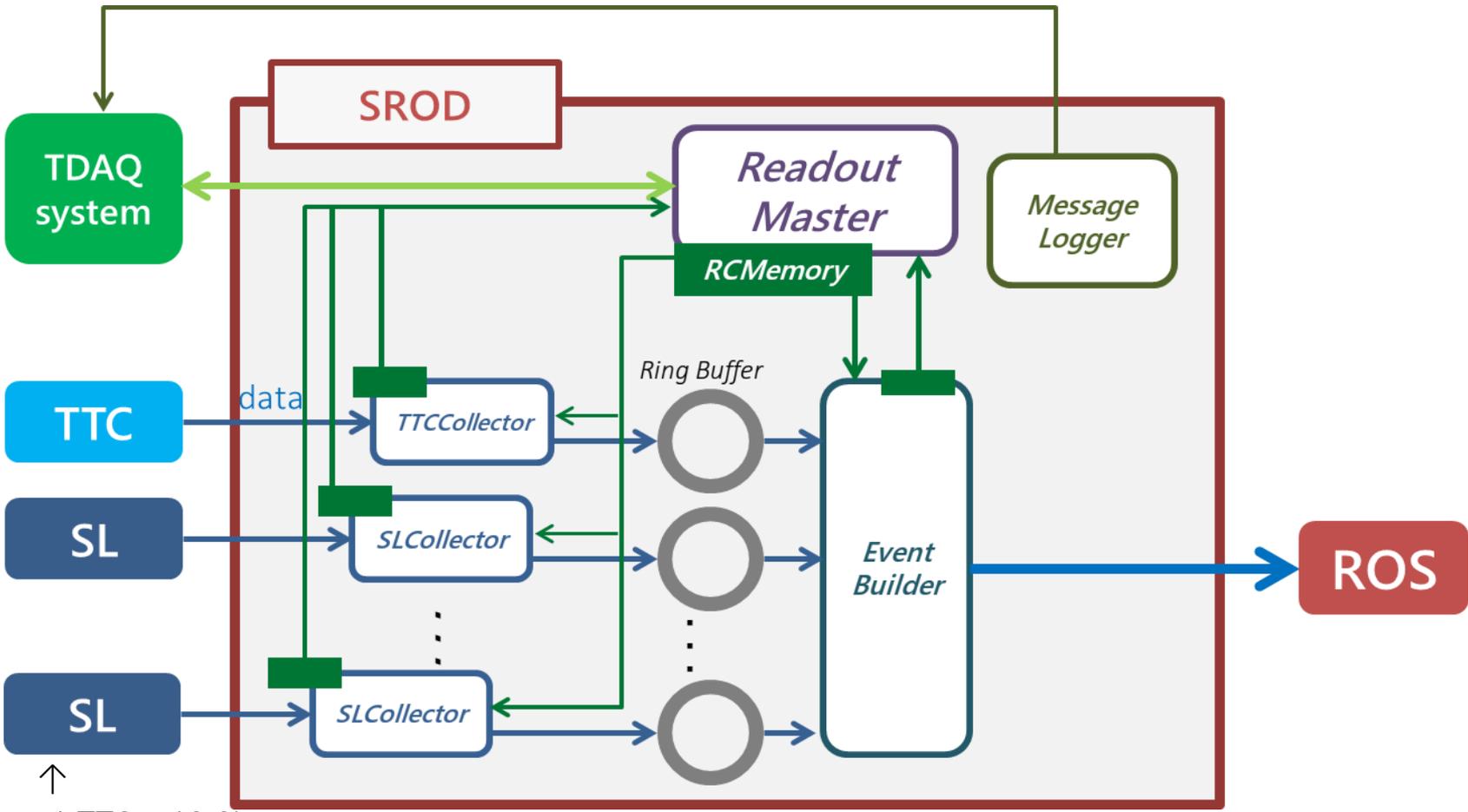
- Event building
 - ◆ 複数のSL (最大12台)とTTCから100 kHzでデータを受け取り、同一のイベントIDを持つデータをまとめる。
 - 1台のPCで12台のSLを処理する場合の処理速度 : ~ 200 Mbps
- Run Control
- Error handling
- Monitoring

~ Run2



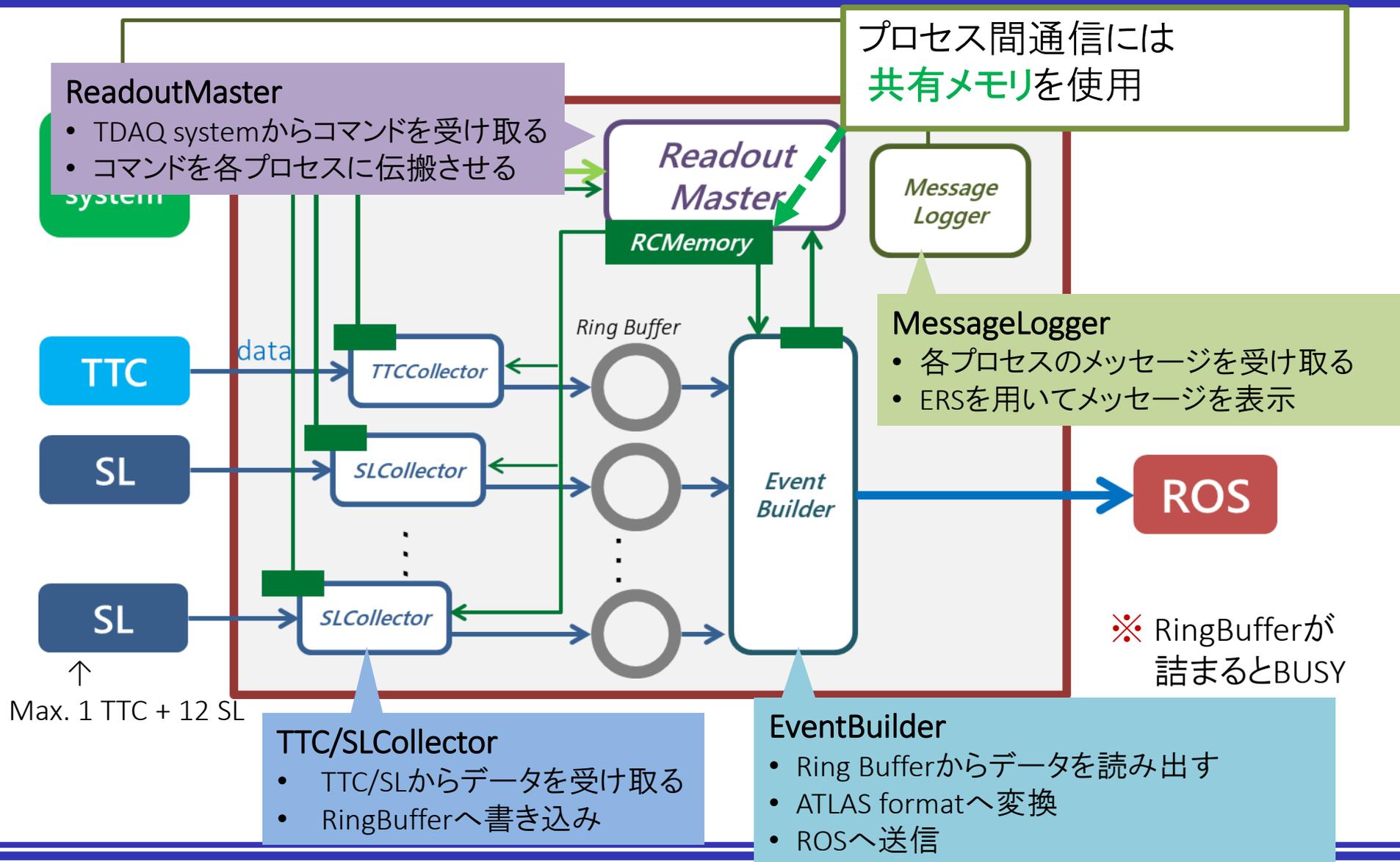
Run3 ~





↑
Max. 1 TTC + 12 SL

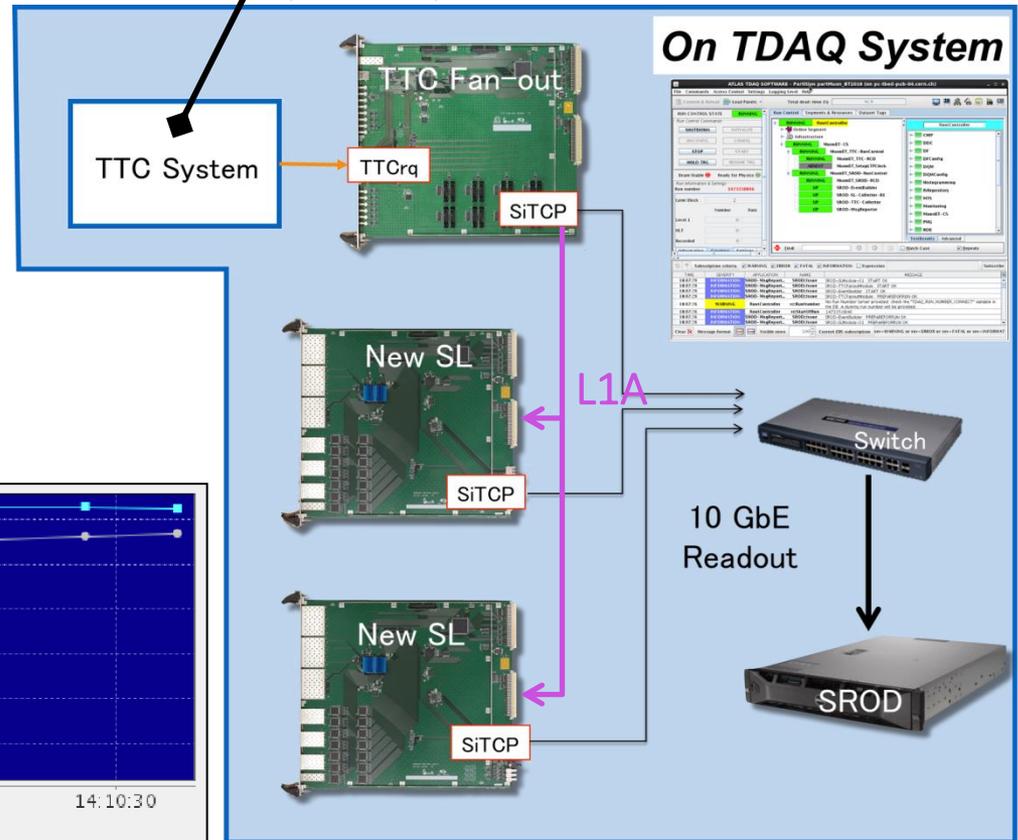
Linux PCにマルチプロセスで実装



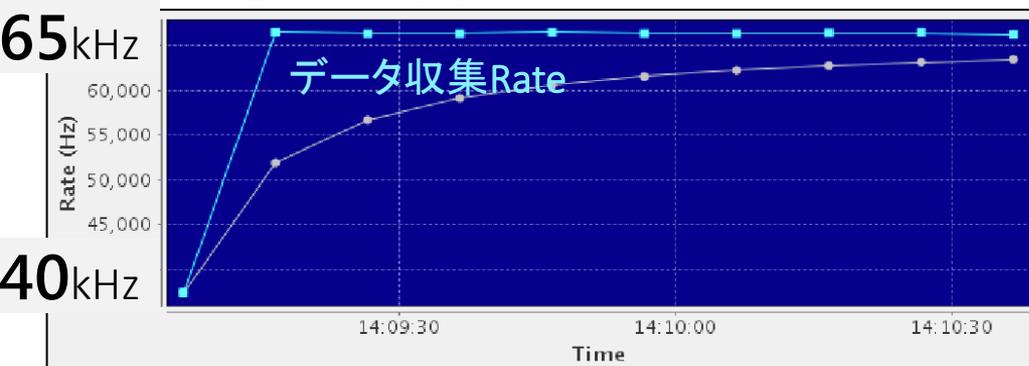
SROD @ Test Pulse

テストパルスを用いた、
実機によるHigh Rate Test

L1A信号を
周期的に生成
(100 kHz)

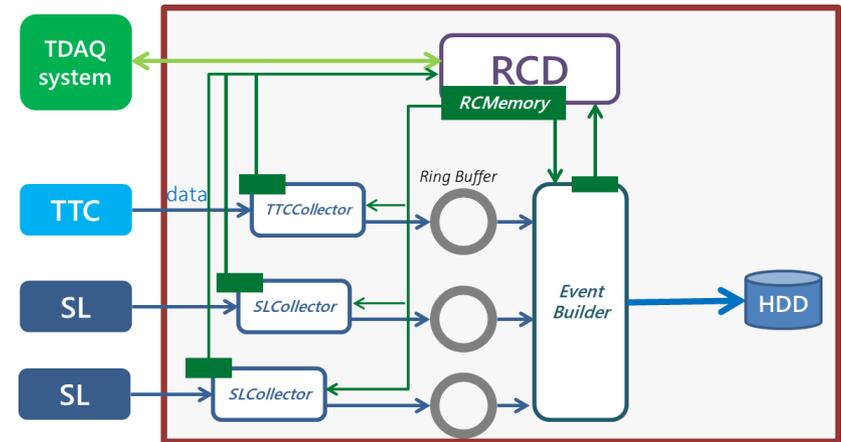


↓L1A 発行頻度:100kHz



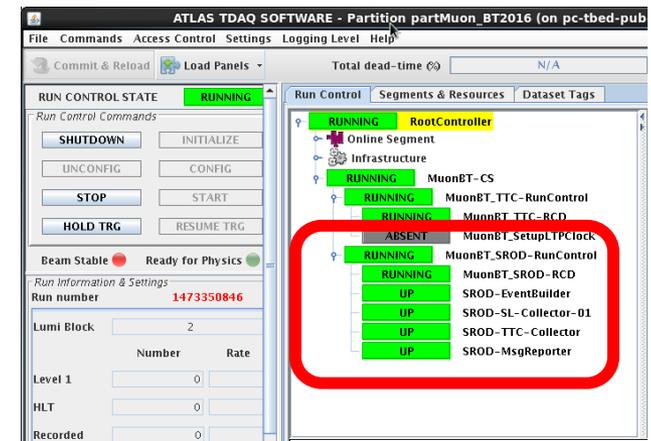
➤ busyにより、70 kHz程度で頭打ち

- ◆ データをbinary fileに書き込み
- ◆ TDAQのフレームワークに載せた
 - Run Control
 - パラメータの取得
- ◆ 決められたフォーマットに従ってイベントビルディングができた



- TGCのヒットマップ
- データ取得が正常に行われた

(except for few events, ID mismatch & Data corruption)



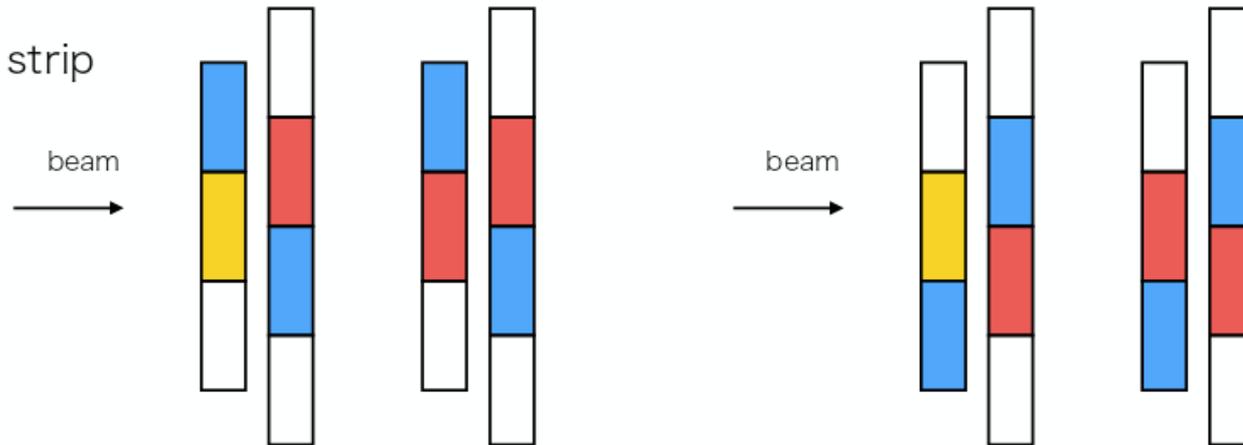
efficiencyの求め方

23

$$\text{efficiency} = \frac{\text{注目するlayerを含む4層にhitした数}}{\text{注目するlayer以外の3層にhitした数}}$$

・ eventの選び方

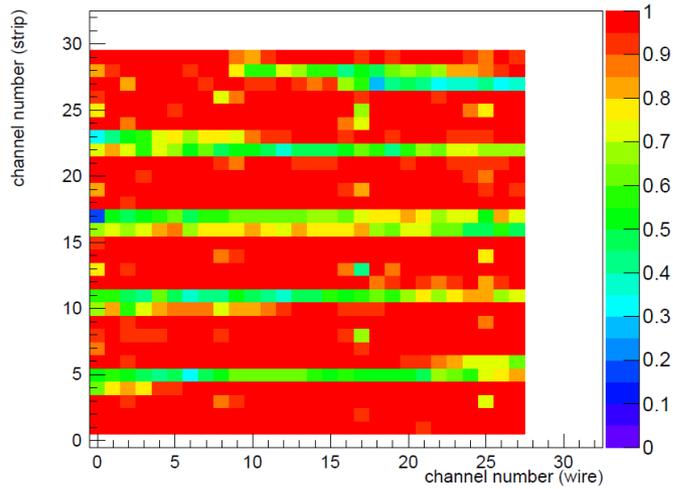
例. strip



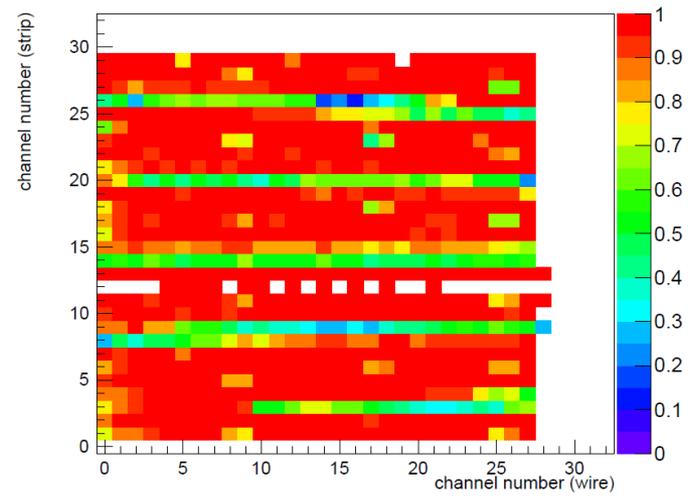
-  のefficiencyを求める時
-  にhitがあることを要求
-  にhitがないことを要求

TGC Efficiency

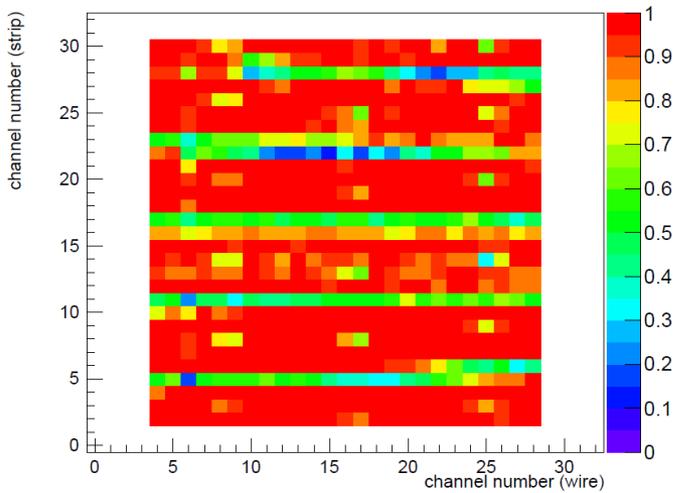
efficiency (layer1)



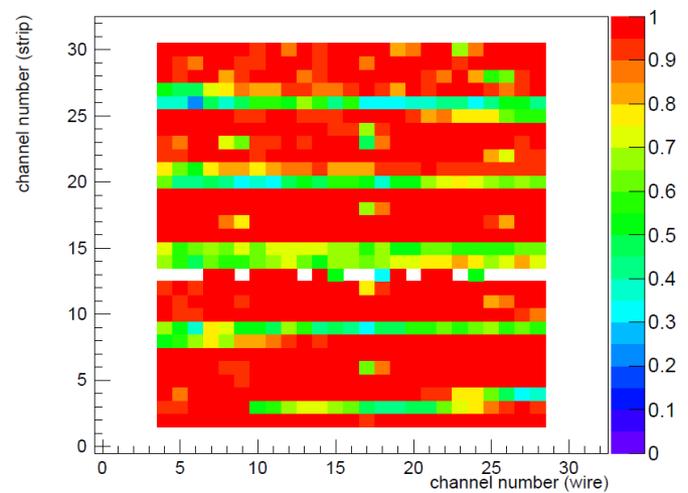
efficiency (layer2)



efficiency (layer3)



efficiency (layer4)



beam spot

25

