

# 高輝度LHC-ATLAS実験に向けたTGCミュオントリガーシステムの実機試験

東京大学大学院 素粒子物理国際研究センター 奥村研究室 修士2年 近藤翔太

## 1. 研究背景

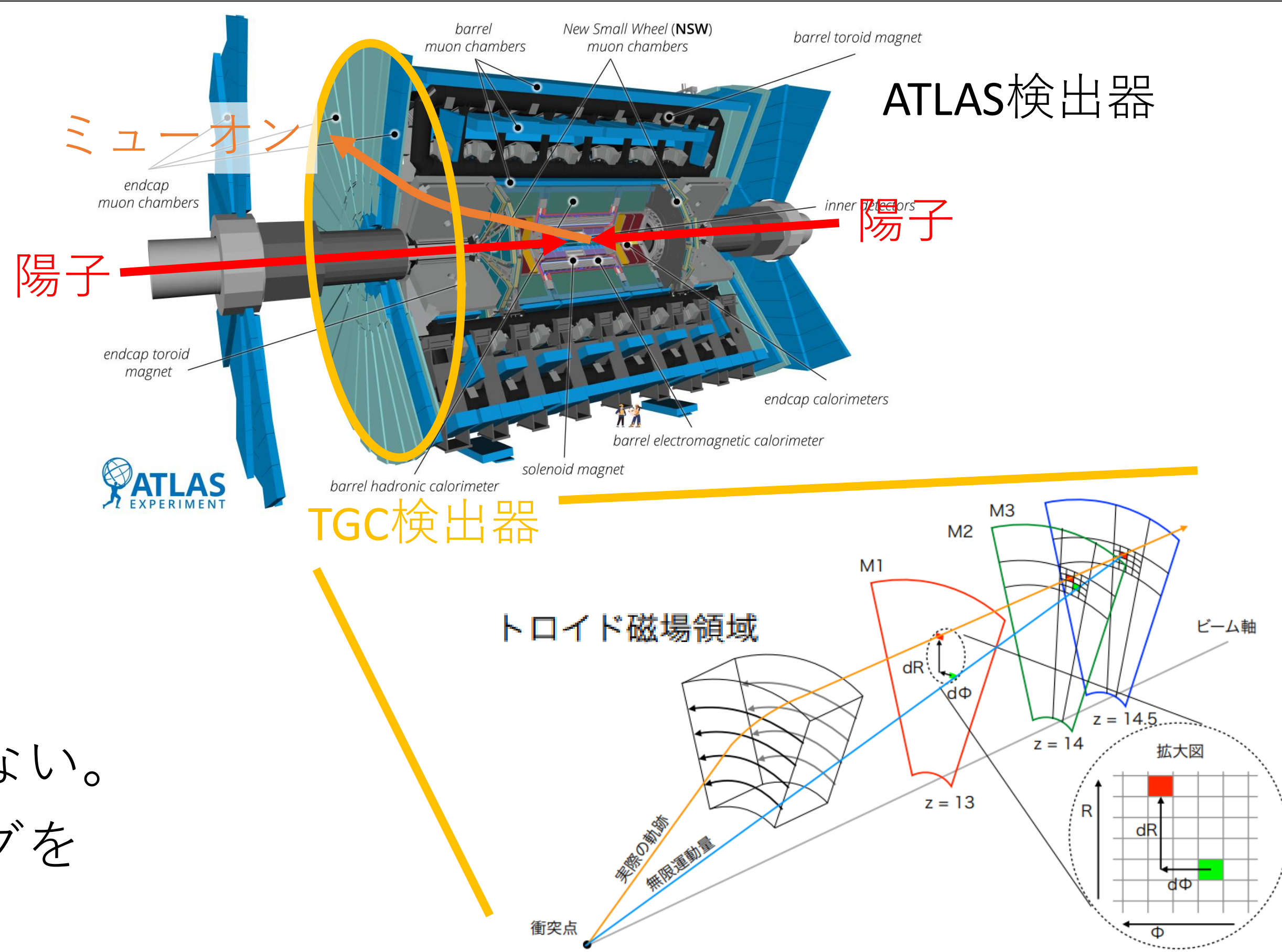
### 高輝度LHC-ATLAS実験の概要

- 2030年開始予定の高エネルギー加速器実験。
- Large Hadron Colliderを使って7 TeVまで加速した陽子同士を衝突させ、生成される粒子をATLAS検出器で検出。
- LHCのルミノシティ\*を強化することで大統計のデータを収集し、ヒッグス粒子対生成などの稀事象の発見、標準模型の精密測定を目指す。

\*単位時間に単位面積を通過する陽子数

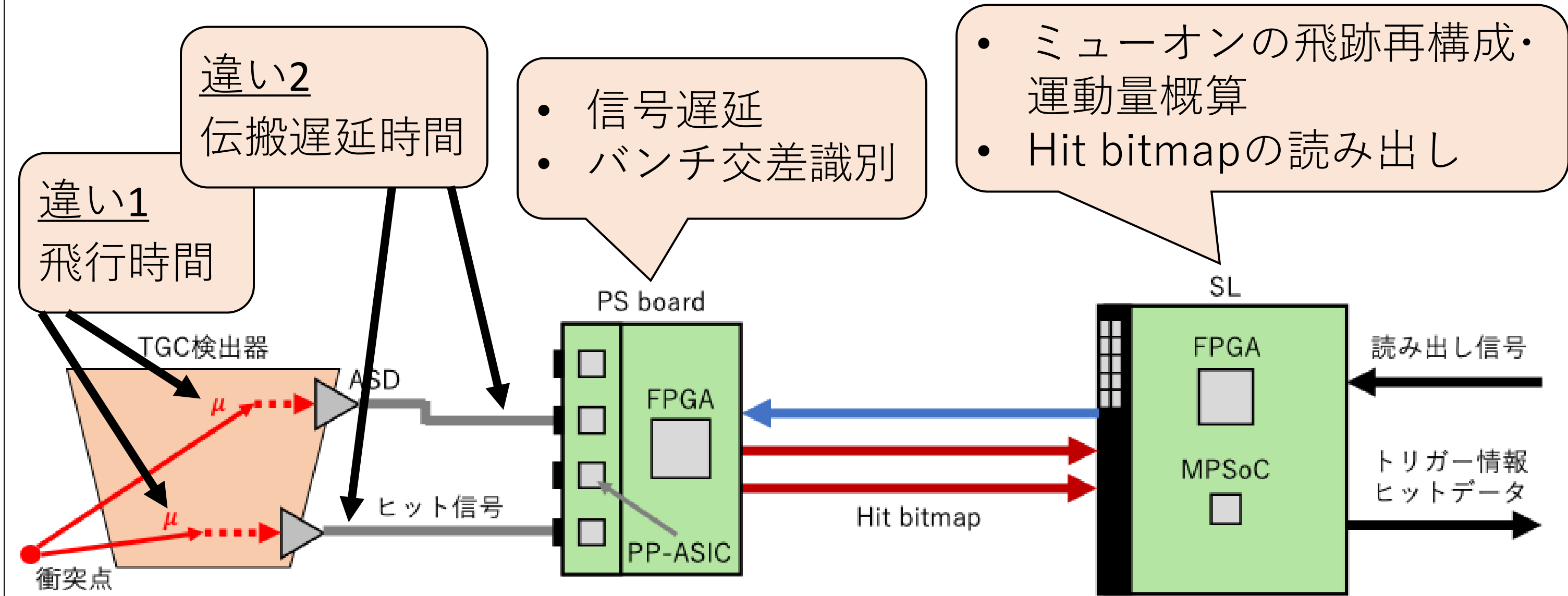
### TGCミュオントリガーの概要

- 陽子陽子衝突で生じたイベントの多くは我々が興味のある物理事象を含まない。
- 生成された粒子のエネルギー・運動量を概算したり、検出器間のマッチングを取ったりしてイベントを選別(トリガー)。
- TGCミュオントリガーは、TGC検出器の信号からミュオンの飛跡を再構成し運動量を概算するデジタル回路。
- 本研究ではATLAS実験室にTGCミュオントリガー回路を構築し、テストパルスを使った試験で回路が設計通り動作するか確認した。



## 2. TGCミュオントリガー回路の動作の概要

- 信号遅延により信号の到着タイミングを合わせる。
- 信号がLHCのどのバンチ交差(BC)に由来するか識別する。
- Hit bitmapからミュオンの飛跡再構成・運動量概算を行う。
- トリガー判定の間Hit bitmapをバッファし、読み出し信号を受け取ると該当のバンチ交差のHit bitmapを読み出す。



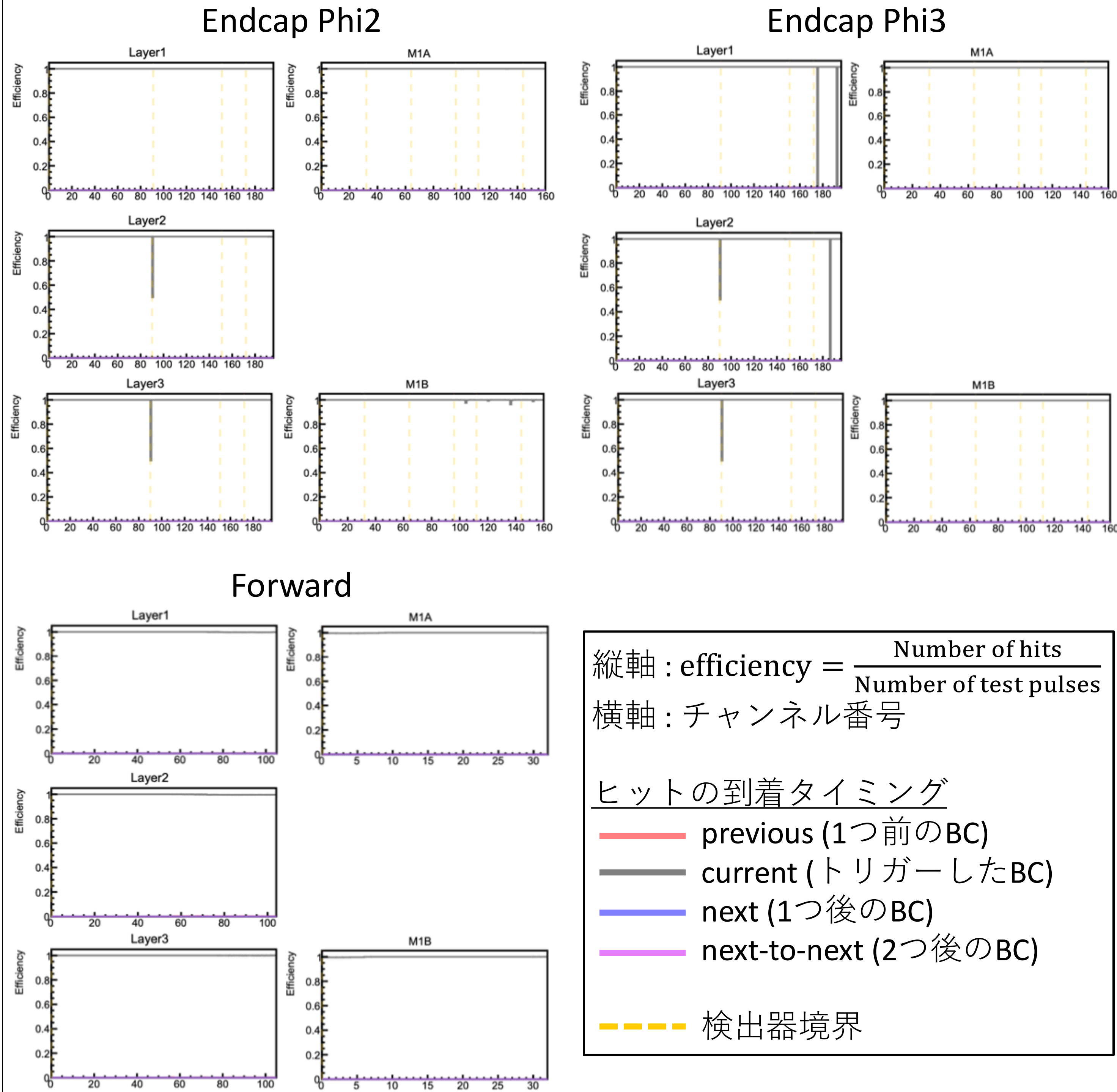
clock分配, configuration, control, monitorはSLから行う。

## 3. 試験の概要

テストパルスを打ち、本番運用時と同じ手順でデータ取得試験を行った。

- パラメーターの書き込み (configuration)
- システムのリセットと書き込んだパラメーターの反映 (control)
- パラメーターが正しく反映されたことの確認 (monitor)
- 10,000発のテストパルスを打ってデータ取得(readout)

## 4. 結果



- 全チャンネルで狙ったタイミングにヒットが返ってきた。
  - ほぼ全てのチャンネルでヒット信号を落とすことなく、読み出しが行われた。
- 1.~4.のパスが設計通り動作し、本番環境でシステムが運用できることを示した。

## 5. 本研究の成果

- 本番運用の環境でTGCミュオントリガーシステムが設計通り動作することを示した。
- 本番運用におけるシステムの立ち上げ（配線が正しく行われたかの確認、データ取得開始前のコンフィグレーション）の手順を確立し、システムを安定運用できる状態にした。

## 6. 今後の展望

- ファームウェアの完成、オペレーションに用いるソフトウェアシステムの開発。
- 2026年から始まる新システムのインストール・試運転に向け、より本番に近いセットアップで動作試験を行うと共に、長期間システムを稼働させ、不安定性がないことを確かめる。

## 7. 議論

- inefficiencyが見えている原因は現在調査中。少なくとも開発した回路の設計やソフトウェアの問題でないことは確認済み。
  - ASDからではなく、FPGAからテストパルスを打った時にinefficiencyは見えていない。また、PS boardにヒット信号を伝送するケーブルをinefficiencyが見えていたところと別の場所につけると、inefficiencyもその場所に移った。以上から、信号ケーブル、ASDいずれかの故障や不良が原因と推測している。