

# ATLAS Lvl1 Endcap Muon Trigger Systemのタイミング調整

総研大 鈴木友

KEK 佐々木修、池野正弘、岩崎博行、石野雅也

名大理 戸本誠、杉本拓也、奥村恭幸、高橋悠太、長谷川慧、若林潤、志知秀治

神戸大理 蔵重久弥、石川明正、越智敦彦、松下 崇、早川俊、西山知徳、吹田 航一、谷 和俊、徳永香

東大素セ 川本辰男、坂本宏、織田 勸、久保田隆至、結束晃平、神谷 隆之、二ノ宮 陽一、

阪大理 菅谷頼仁

首都大 福永力

# 内容

- ATLAS検出器とトリガーシステム
- Lvl1 Endcap Muon Trigger System
- タイミング調整
  - システム内のタイミング調整
  - ビームに対するタイミング調整
- まとめと課題

# ATLAS 検出器とトリガーシステム

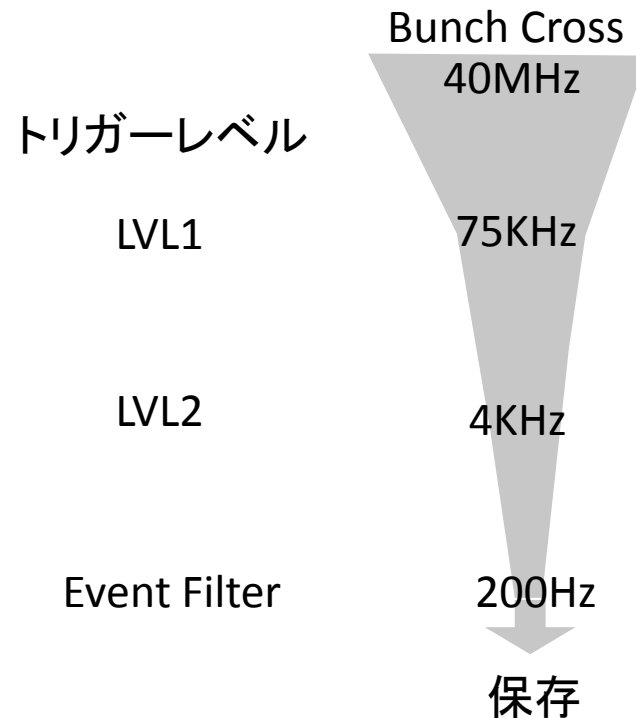
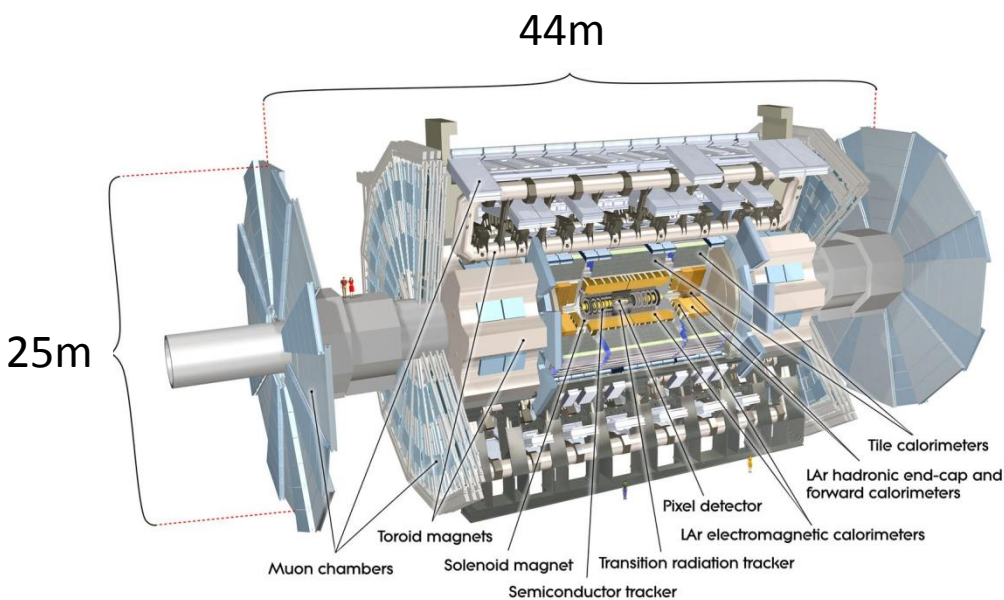
## •LHC加速器

•陽子-陽子衝突: 重心系エネルギー  $\sqrt{s} = 14 \text{ TeV}$ ,

•デザインミノシティ  $= 10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

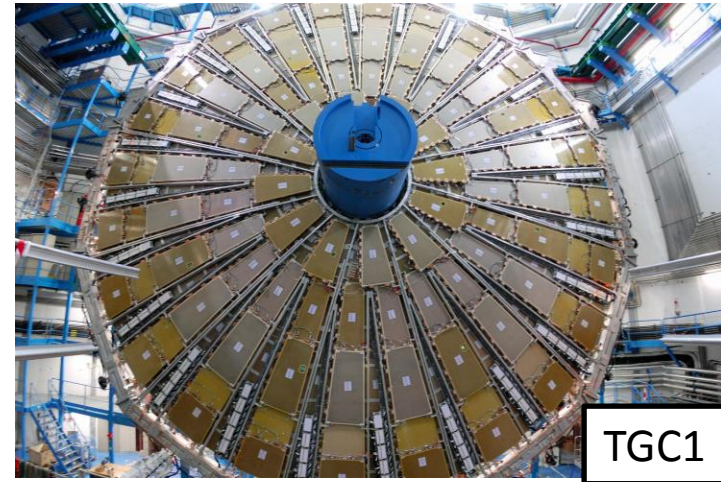
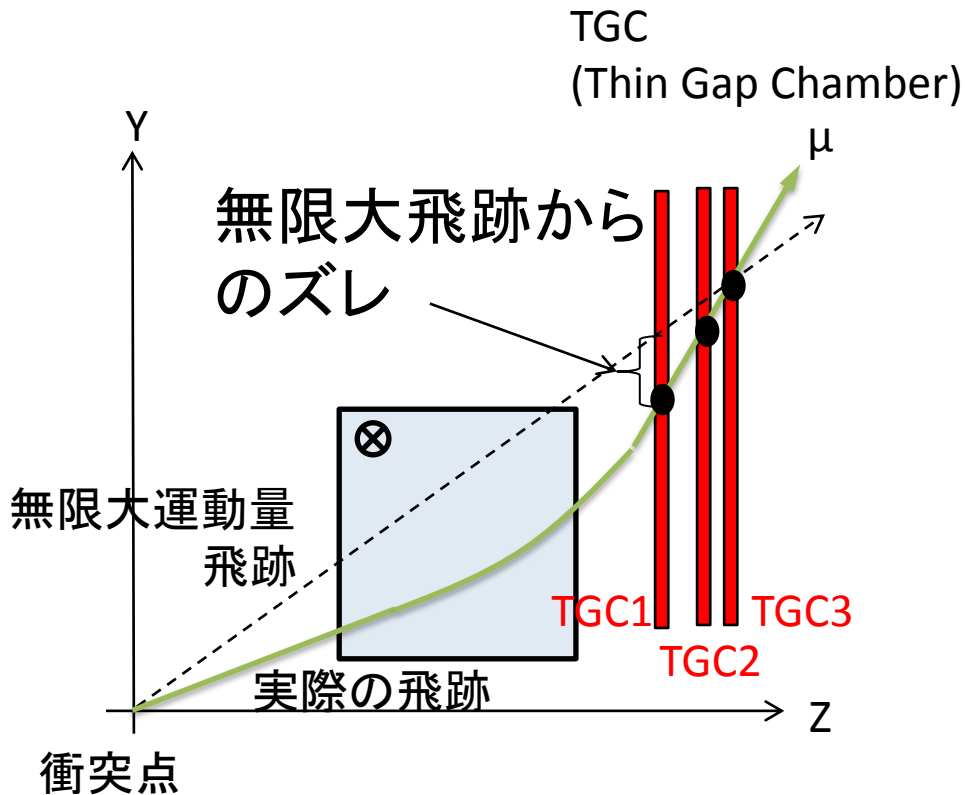
•バンチ衝突間隔  $25 \text{ nsec}$  ( $40 \text{ MHz}$ )  $\longleftrightarrow$  データ書き込み上限  $200 \text{ Hz}$   
(イベントサイズ  $1.6 \text{ MB}$ , 帯域  $\sim 300 \text{ MB/s}$ )

## •ATLAS検出器



# Lvl1 Endcap Muon Trigger System

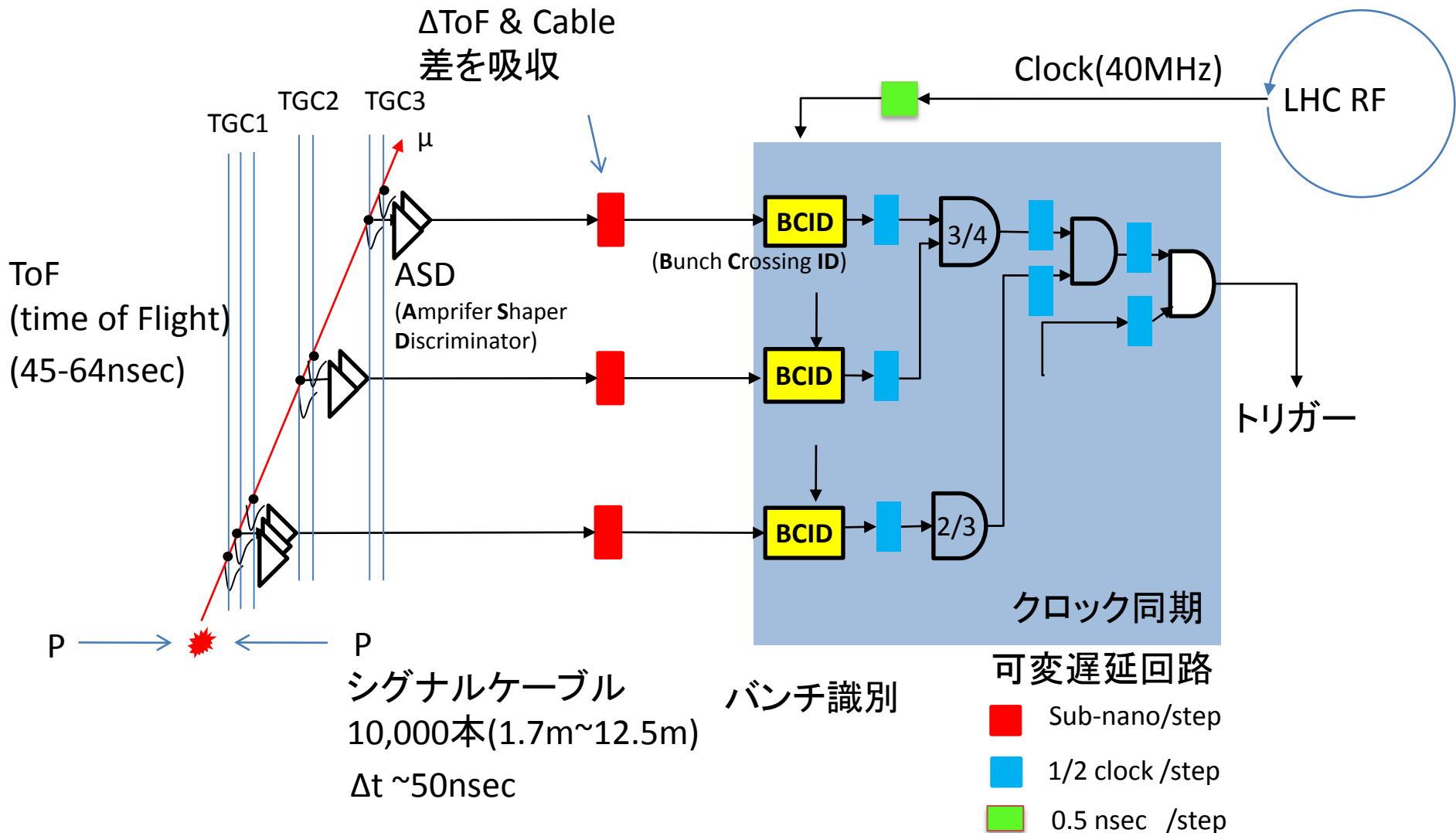
- 高い横方向運動量( $p_T$ )を持つミュオンを探す



## 横運動量の計算

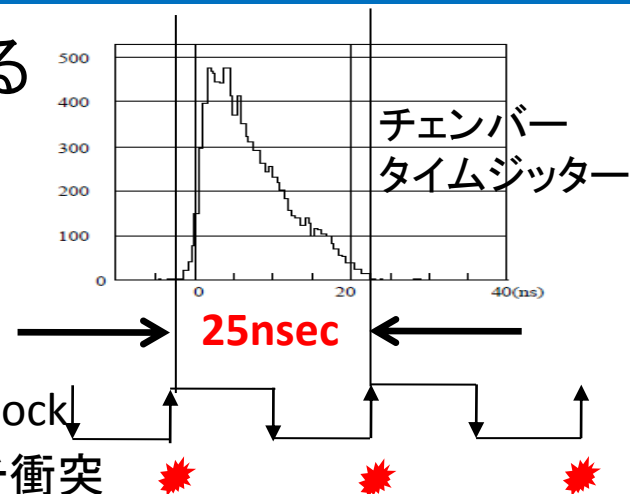
1. 衝突点からTGC3のhitまで無限大運動量軌跡を仮定
2. 1.からのTGC1,2のhit位置のズレから運動量を計算(コインシデンス処理)

# TGC エレクトロニクス システム



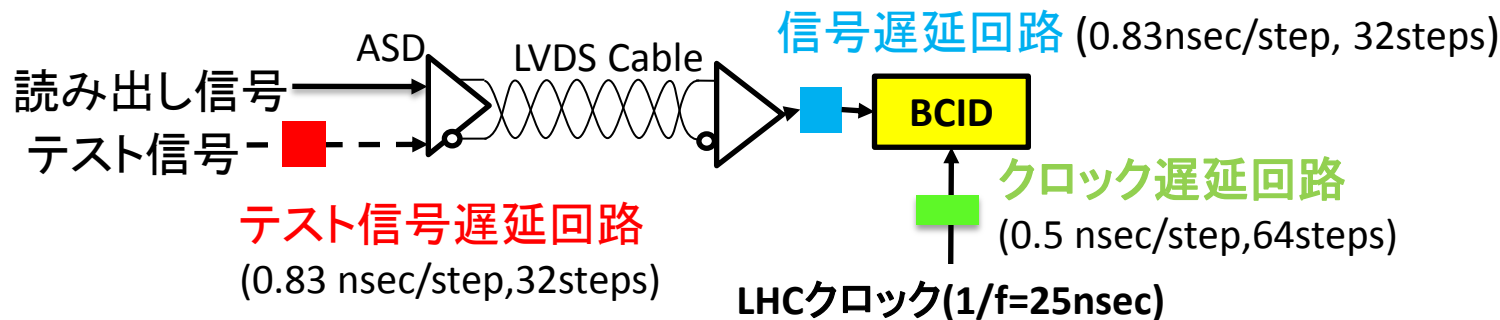
# バンチ識別のためのタイミング調整

- 読み出し信号をバンチ衝突一対一で対応させる  
<->TGCの信号読み出し時間分布は~25ナノ秒



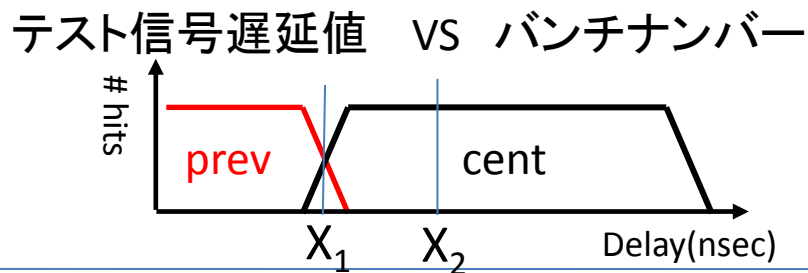
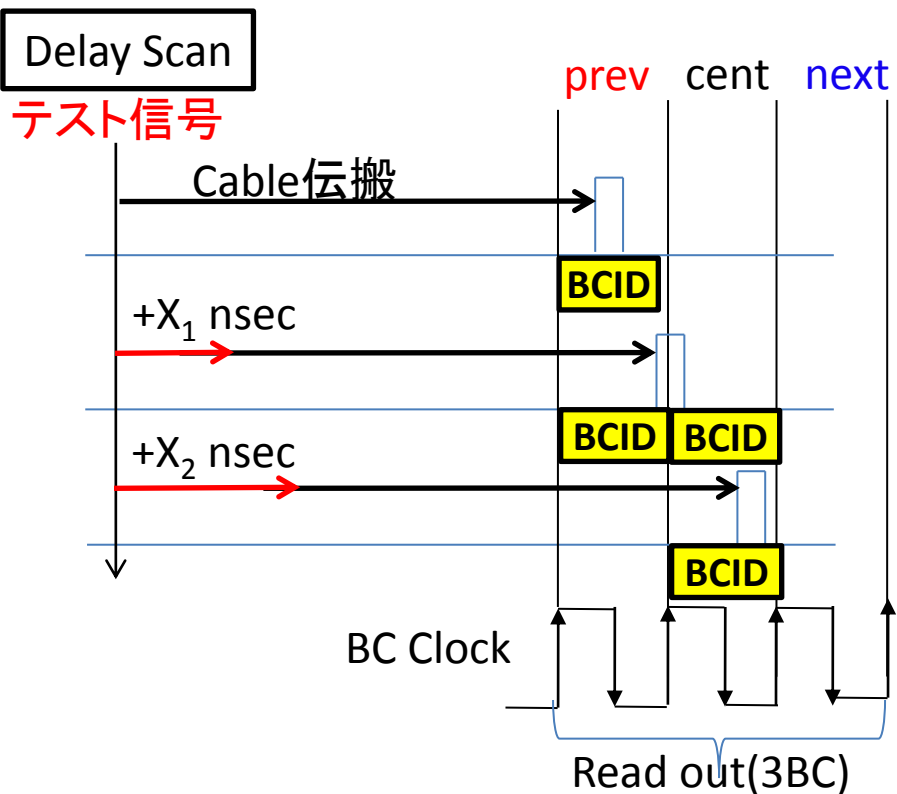
ナノ秒単位でのタイミング調整が必要

バンチ識別のための遅延回路

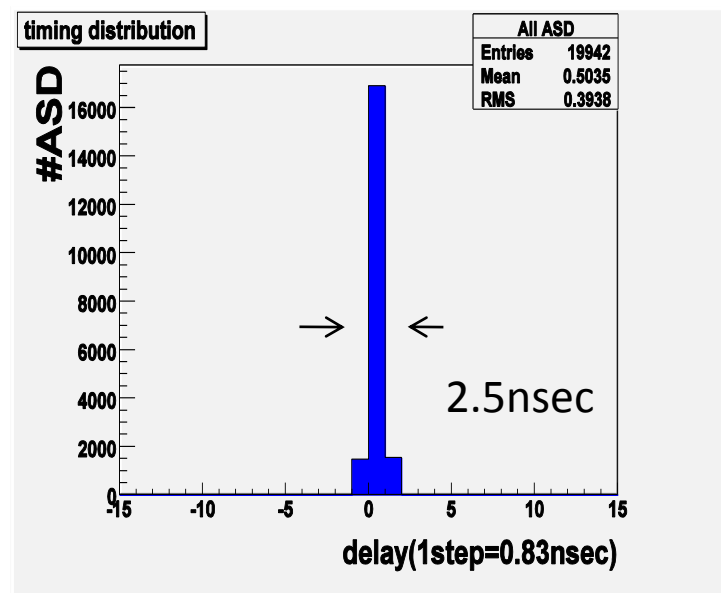


- ① チャンネル間のタイミング調整(テストパルスを使う)
  - 遅延要素: LVDSケーブル(10000本)、Time of Flight
- ② バンチ衝突に対してクロック位相調整(Beamを使って行う)
  - 遅延要素: LHCクロックとATLAS検出器の間の距離

# チャンネル間のタイミング調整

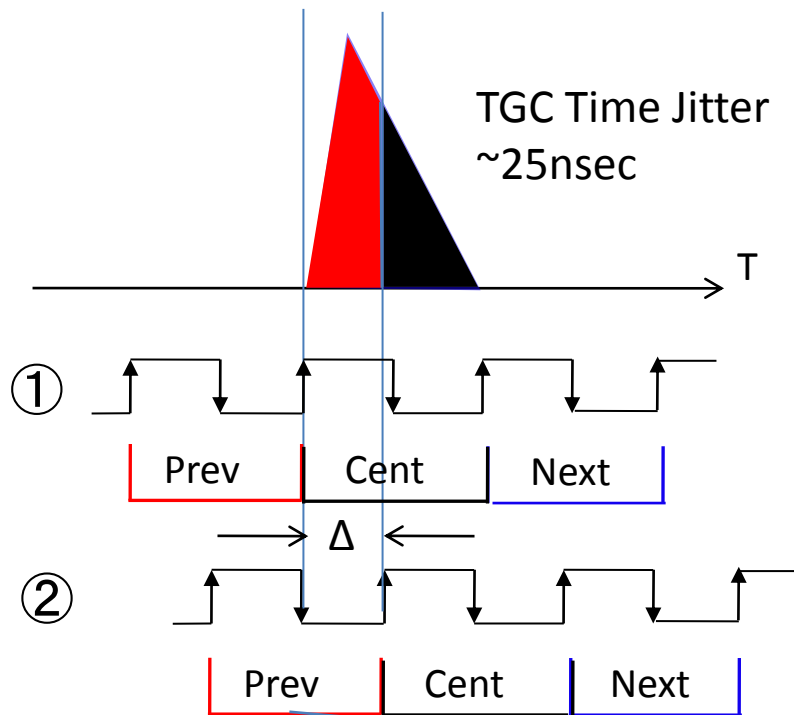


1. テスト信号をチャンネル入力し予測されるバンチ(+前後)の情報を読み出し
2. テスト信号遅延を大きくし、BCが移り変わるタイミングを測定する
3. 2の結果よりケーブル長のリファレンスからのずれを算出、

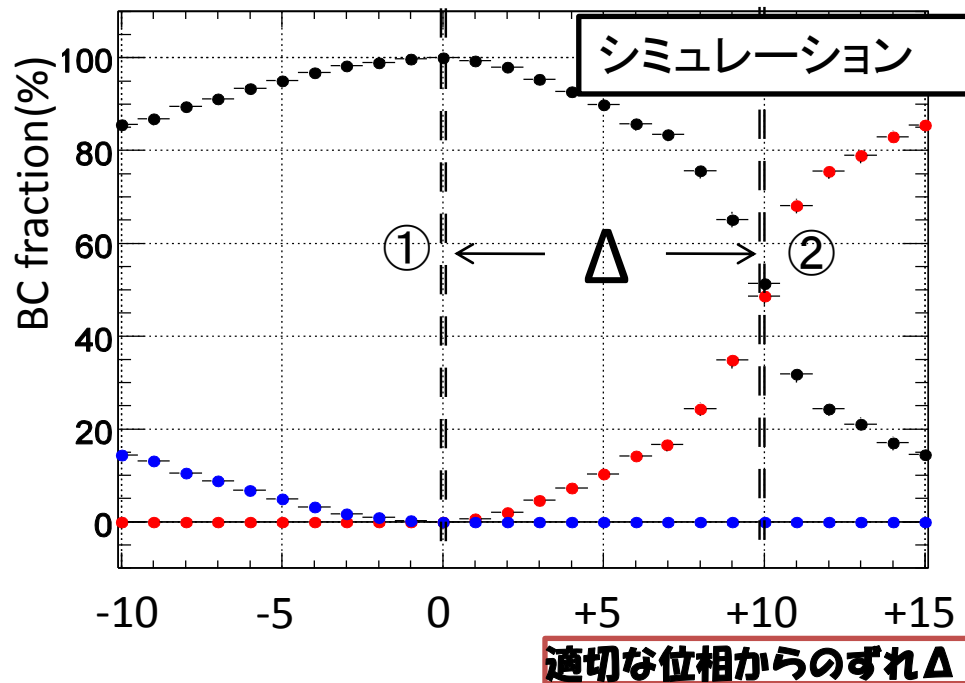


10,000 チャンネルの経路差を2.5nsec  
以内に補正

# バンチ衝突に対してのクロック位相調整



クロック位相に対するBC fraction



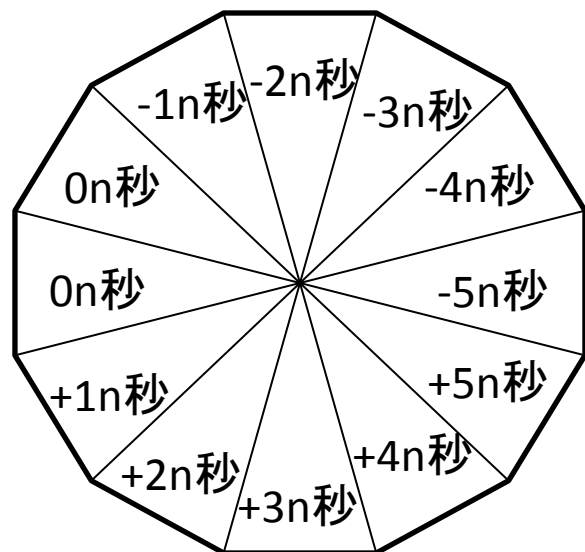
$$\text{BC fraction} = \frac{\# \text{hits}(\text{prev})}{\# \text{hits}(\text{prev}) + \# \text{hits}(\text{cent}) + \# \text{hits}(\text{next})}$$

3BCの全ヒット数



# 位相スキャン

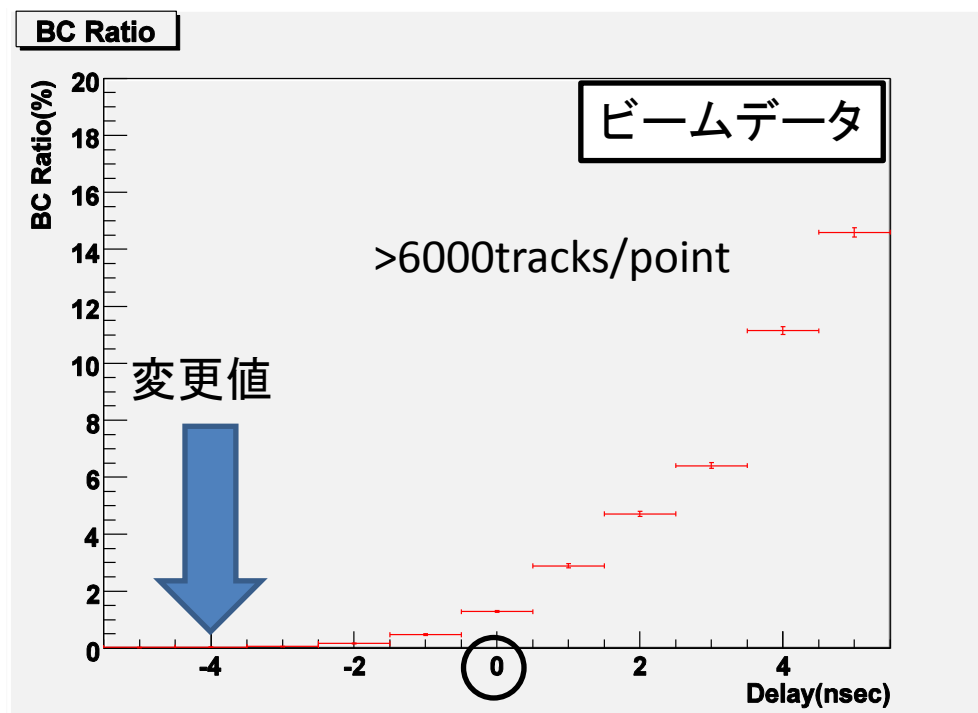
セクター毎に-5nsec~+5nsecを設定



イベント選別

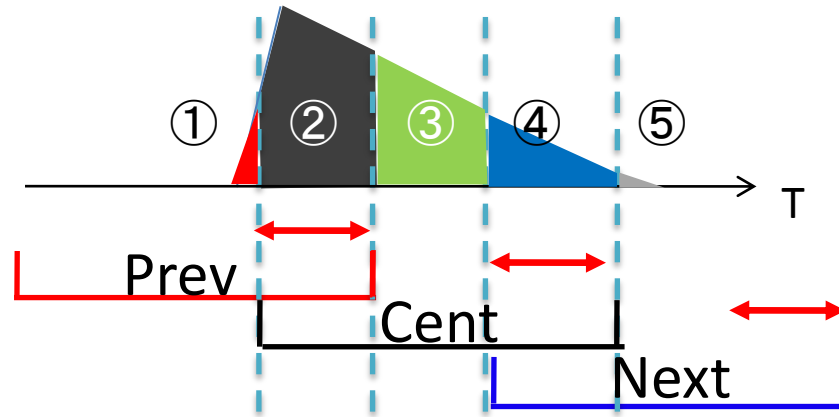
1. Muon検出器と内部飛跡検出器の間でのトラックマッチ
2.  $pT > 5\text{GeV}$

## クロック位相に対するBC fraction



# ゲート幅に依存したBC fraction

ゲート幅を26ナノ秒から50ナノ秒まで広げることが可能



	①Prev	②Pre& Cent	③Cent	④Cent & Nex	⑤Next
ゲート幅: <b>26nsec</b>	0.0%	0.1%	95.4%	1.0%	3.5%
ゲート幅 <b>37nsec</b>	0.0%	61.3%	34.1%	3.6%	0.9%

**↓ -2.6%**

96.5% → 99.1%

# TriggerのBC 分布

## 現在のトリガーのタイミング分布

	Prev	Cent	Next
ゲート幅=26nsec	0.0%	99.5%	0.5%

## 今後の課題

- ゲート幅の最適化
  - 場所依存性の確認
  - チェンバーの個性

# まとめ

タイムジッター≒バンチ衝突間隔なのでナノ秒単位でのタイミング調整が必要

- チャンネル間(10,000ケーブル)のタイミング差は、テストパルスを用いて全幅2.5nsec以内に抑えた
- バンチ衝突に対し位相調整を行い、前バンチへのこぼれを0.0%へ修正し、99.5%の割合でセントラルバンチでトリガーを発行

ビーム前にチャンネル間のタイミング調整を終え、バンチ衝突開始後、思い通りの手法でタイミングを揃えた

ゲート幅の最適化が今後の課題