

ATLAS Lvl1 Endcap Muon Trigger Systemのコミッショニング

総研大

高エネルギー加速器科学研究科

鈴木 友

KEK(総研大)、名大理A、東大素セB、神戸大理C、阪大理D、首都大E

佐々木修, 岩崎博行, 池野正弘, 石野雅也, 戸本誠^A, 杉本拓也^A, 奥村恭幸^A, 高橋悠太^A, 長谷川慧^A, 伊藤悠貴^A, 岸木俊一^A, 志知秀治^A, 前島亮平^A, 若林潤^A, 坂本宏^B, 川本辰男^B, 織田勸^B, 久保田隆至^B, 結束晃平^B, 越前谷陽佑^B, 神谷隆之^B, 二ノ宮陽一^B, 蔵重久弥^C, 石川明正^C, 越智敦彦^C, 松下 崇^C, 早川俊^C, 西山知徳^C, 吹田 航一^C, 谷 和俊^C, 徳永 香^C, 菅谷頼仁^D, 福永力^E 他

ATLAS日本TGCグループ

発表内容

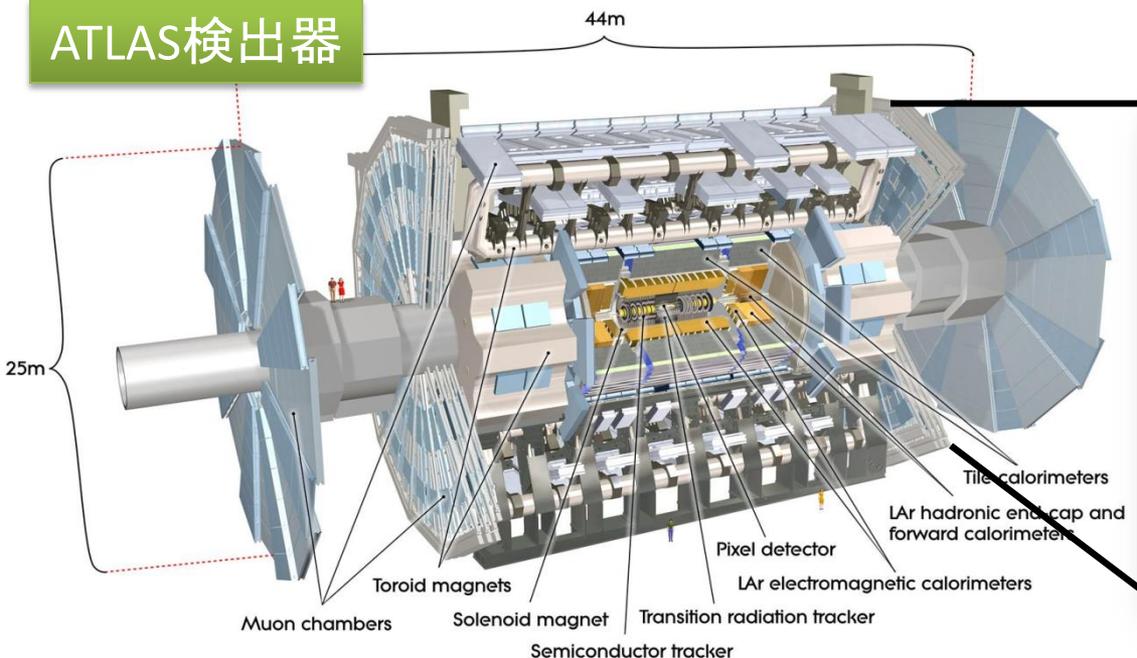
- ATLAS実験とトリガーシステム
- LVL1 Endcap Muon Trigger System
(TGC :Thin Gap Chamber)
- TGC システムのタイミング調整
- まとめ

ATLAS 実験

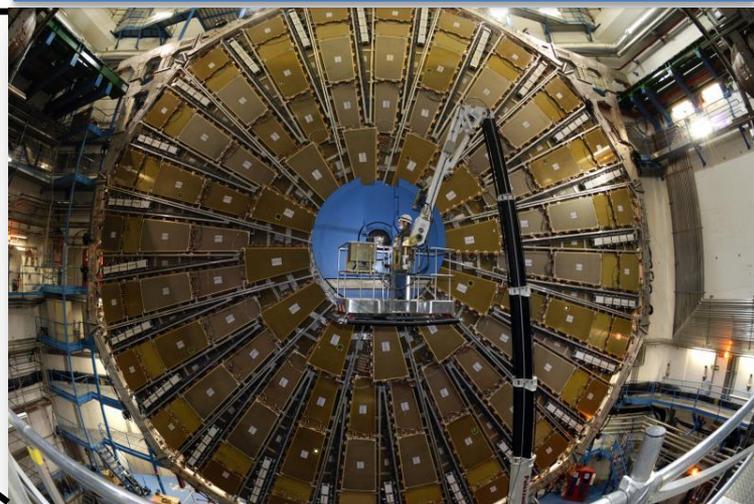
- ATLAS実験とトリガーシステム
- LVL1 Endcap Muon Trigger System
- Timing adjustment for TGC system
- まとめ

LHC(Large Hadron Collider)加速器を利用して行われる実験

ATLAS検出器



End cap Muon Trigger chamber



- 陽子・陽子 重心系衝突エネルギー = 14TeV
- LHC Design Luminosity = $10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
- Bunch Crossing rate = 40MHz
- チェンバー(MWPC) 3600枚
- 2次元(wire/strip)読み出し 32万ch

ATLASトリガーシステム

- ATLAS実験とトリガーシステム
- LVL1 Endcap Muon Trigger System
- Timing adjustment for TGC system
- まとめ

40MHz(interaction 1GHz) → 200Hz

LEVEL1

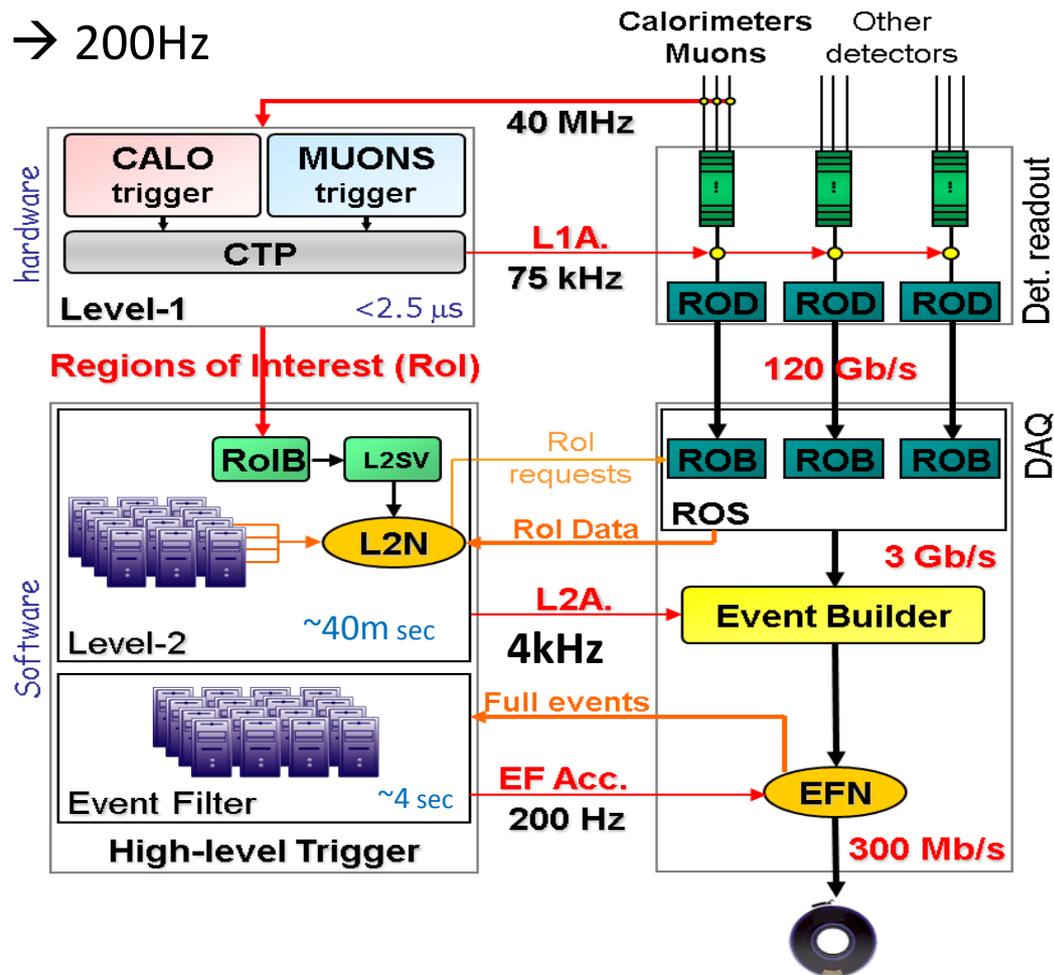
ハードウェア
75KHz(100KHz)
Latency <2.5 μ sec

LEVEL2

ソフトウェア
4KHz
処理時間 ~40msec

Event Filter

ソフトウェア
200Hz
処理時間 ~4sec



LVL1 Endcap Muon Trigger System

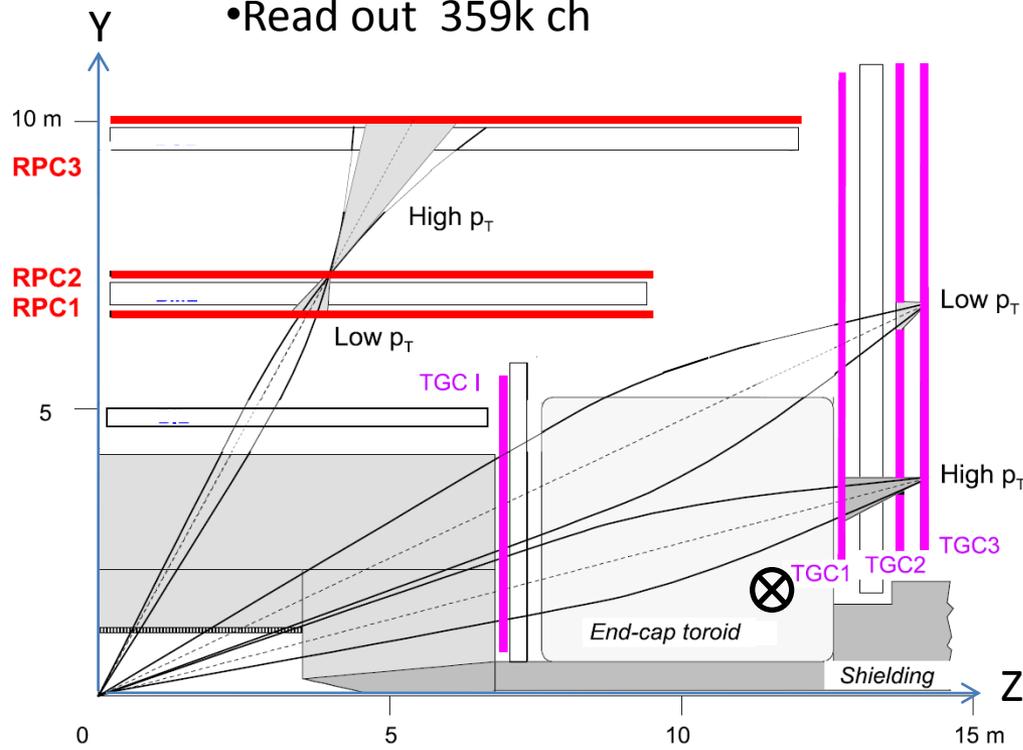
Muon LVL1 trigger: 高い横方向運動量 p_T を持ったミュオンに対してLvl1 triggerを発行

•RPC(Resistive plate chamber)

- $|\eta| < 1.05$
- Read out 359k ch

•TGC (Thin gap chamber)

- $1.05 < |\eta| < 2.4$
- Read out 318k ch



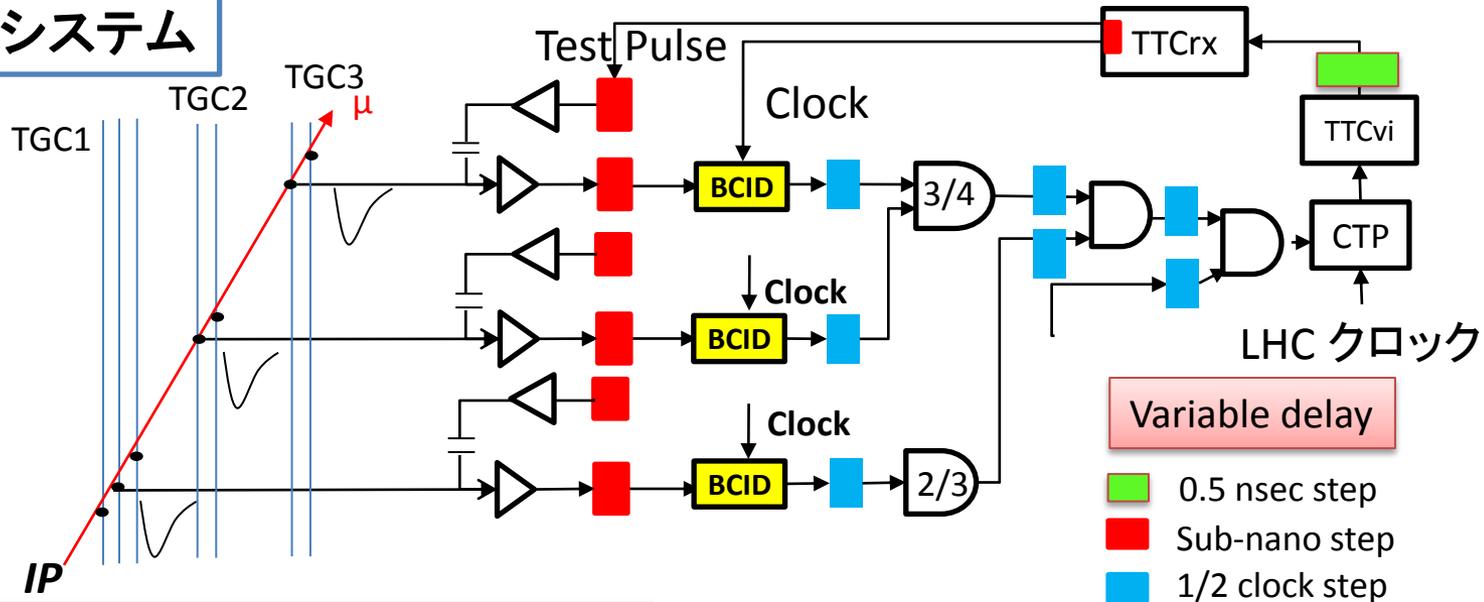
LVL1 Muon Trigger System のY-Z 断面図

Trigger algorithm

1. TGC3のhitから衝突点までの無限大運動量軌跡を仮定
2. TGC2,TGC1のhitの無限大運動量飛跡からのズレより p_T を見積もる
3. Muon の $p_T > 6\text{GeV}$ に対して6段階のレベルでLVL1トリガーを発行

TGCシステムと遅延回路

TGC システム



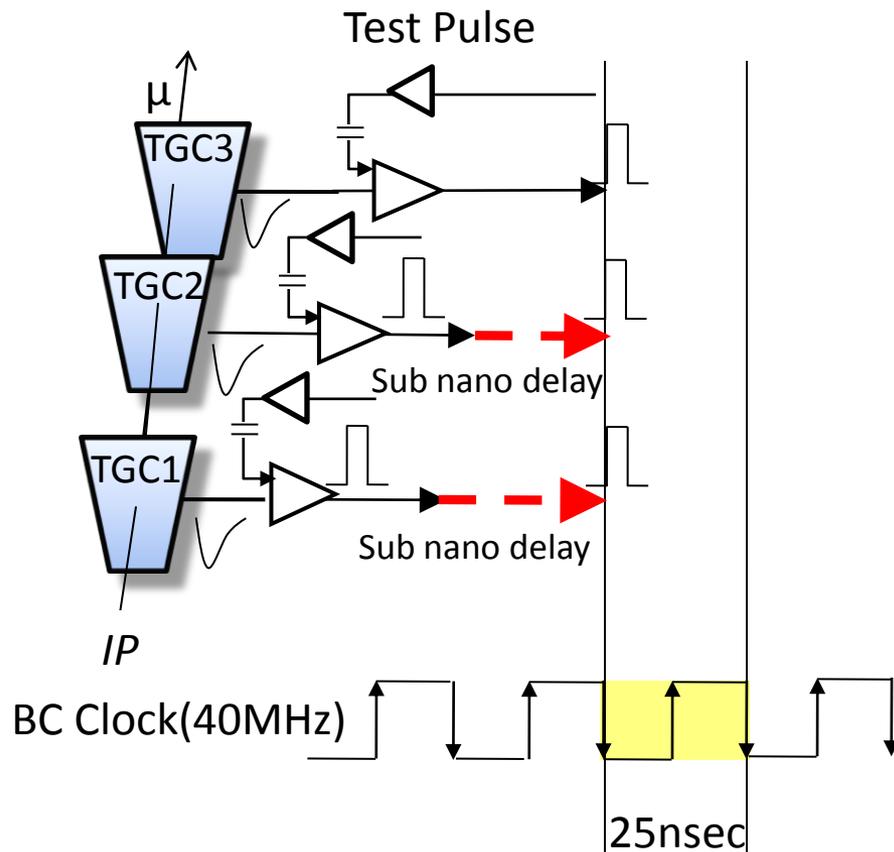
TGCにおいて必要なタイミング調整

- ①正しいバンチ(40MHz:25nsec) ID
 遅延要素 TOF, signal cable(10000本) → sub nsec delayで吸収
- ②同一バンチ間でコインシデンス
 遅延要素 モジュール間ケーブル(1300本) → 1/2 clock(=12.5nsec) delayで吸収
- ③ビーム衝突(40MHz)とシステムクロックの適切な位相関係
 遅延要素 TGCのtime jitter ~25nsec → 0.5nsec delayで吸収

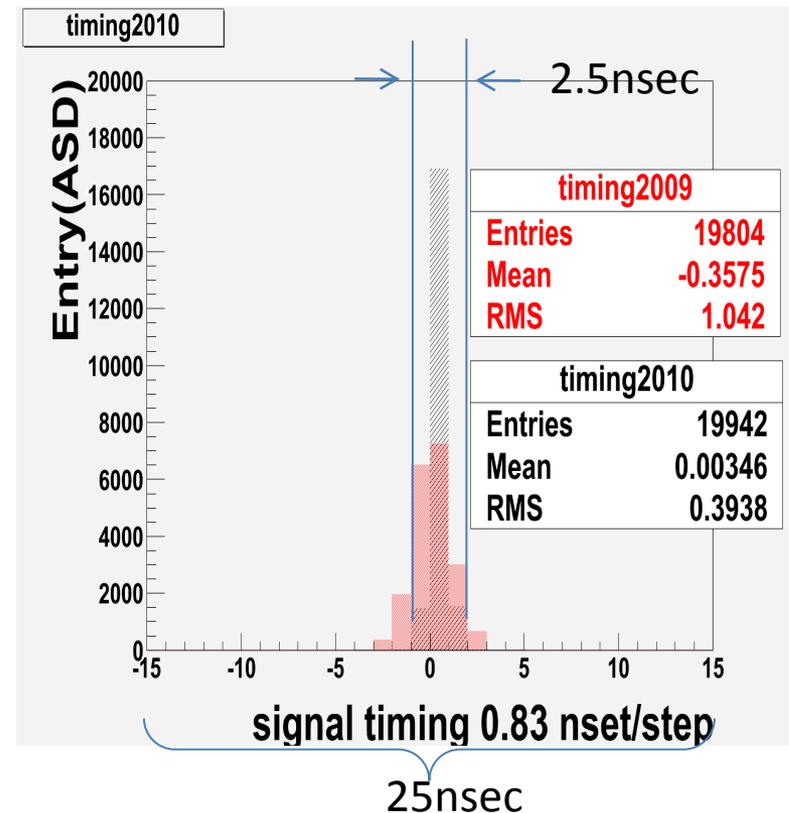
タイミング調整①

①信号間のタイミング調整 → デイレイスキャン

テストパルスを用いて実験本番前に信号間の相対的なタイミングを揃えられる



デイレイスキャン結果

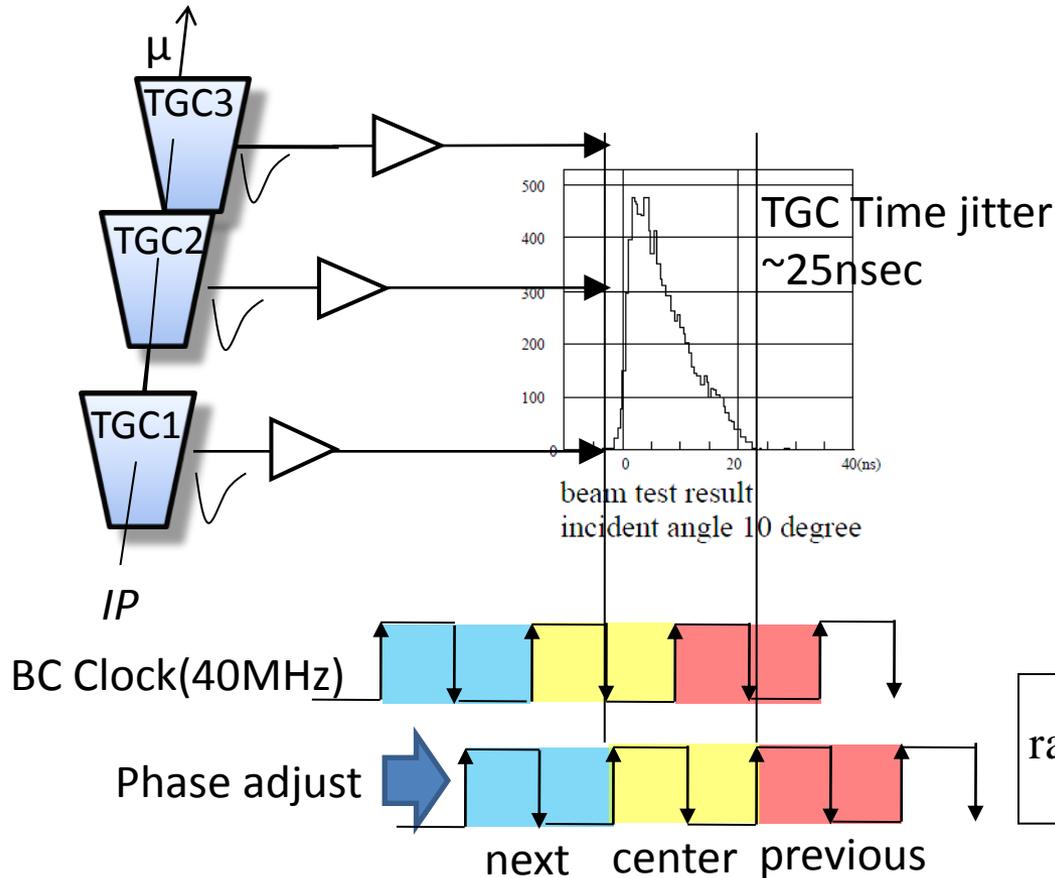


- ATLAS実験とトリガーシステム
- LVL1 Endcap Muon Trigger System
- Timing adjustment for TGC system
- まとめ

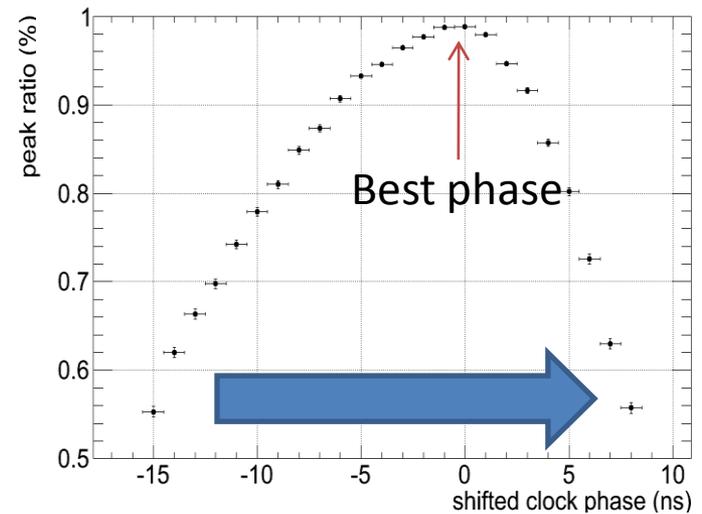
タイミング調整②

②TGCとbeamのタイミング調整

クロックの位相を変化させcenter BCの割合が最も多い場所を探す



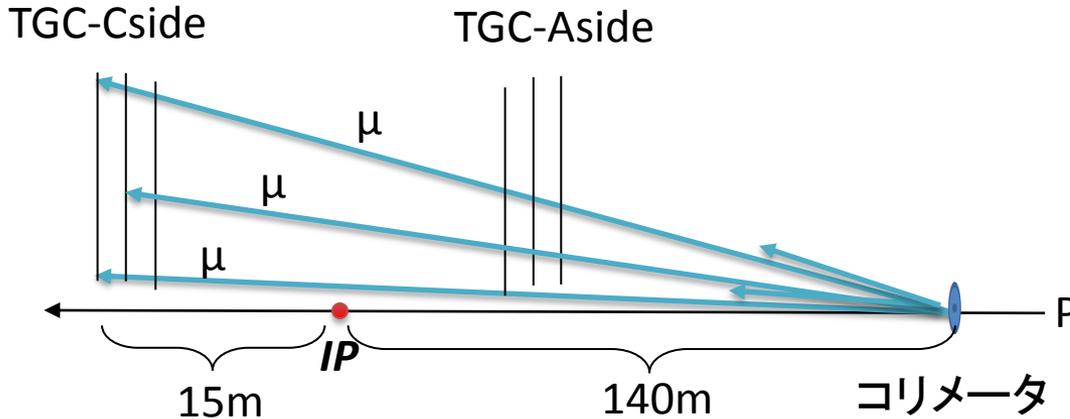
Clock phase vs hit ratio (simulation)



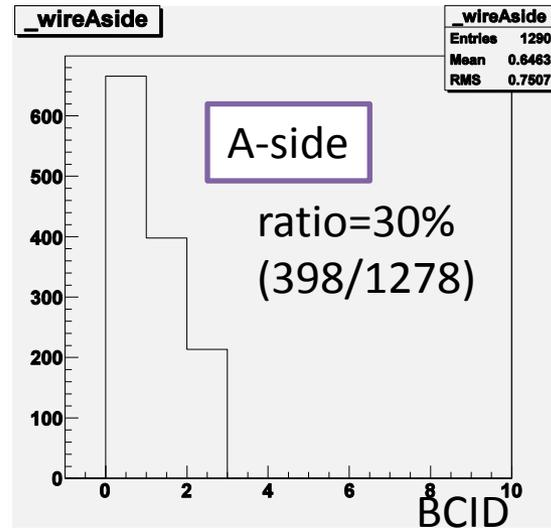
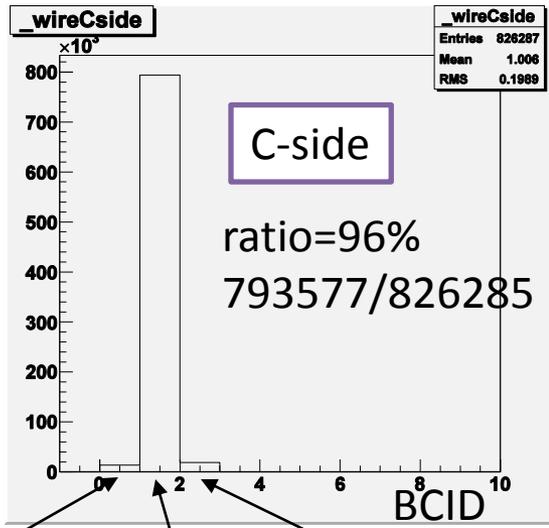
$$\text{ratio} = \frac{\#hits(\text{center})}{\#hits(\text{next}) + \#hits(\text{center}) + \#hits(\text{prev})}$$

Single Beam Eventのタイミング

- ATLAS実験とトリガーシステム
- LVL1 Endcap Muon Trigger System
- Timing adjustment for TGC system
- まとめ



IPから140 m上流でビームをコリメータに当て作られた荷電粒子を観測
→約100 K eventのデータを解析



C-sideにおいて96%のhitが
がcenter BC
非常に良い精度でタイミン
グが揃っている

(IPから粒子がやって来る設定の
ためA-sideは揃わない)

prev center next BCID vs Hit Entry

位相調整の予定

- ATLAS実験とトリガーシステム
- LVL1 Endcap Muon Trigger System
- Timing adjustment for TGC system
- まとめ

-タイミングを知るのに必要なtrack数=1000

-TGC trigger rate : ~50 Hz (@Luminosity= 10^{30} cm⁻²s⁻¹)

必要な時間

	Luminosity=	10E30	10E29
①TGC全体の位相の決定		20秒	3分
②セクターにおけるタイミングの検証		15分	3時間
③チェンバー毎でのタイミングの検証		6時間	3日

LHC Luminosity

4月-5月	$5 \cdot 10^{28} \sim 5 \cdot 10^{29}$ cm ⁻² s ⁻¹
6月-7月	$2 \cdot 10^{30} \sim 5 \cdot 10^{30}$ cm ⁻² s ⁻¹

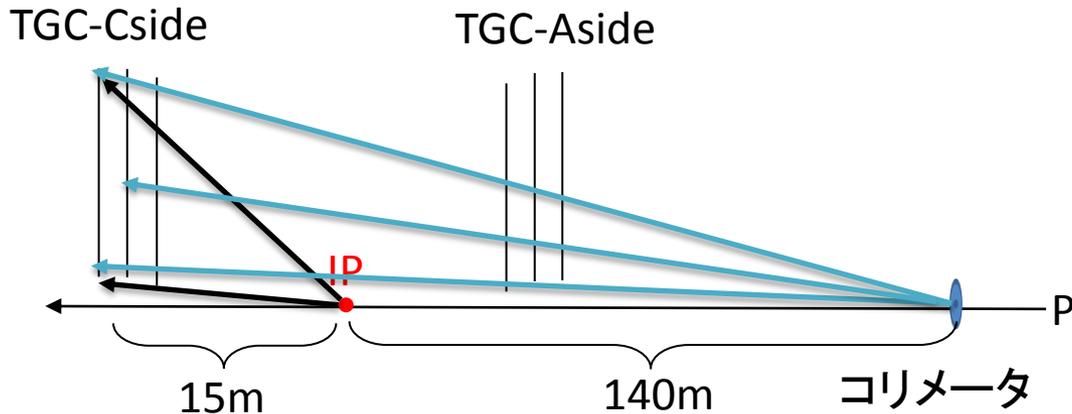
ルミノシティの低い状態でTGCのベストな位相を決め、Luminosityが上がった所で、細かい単位(セクター、チェンバー)でタイミングを検証する。

まとめ

- Muon triggerを正しく発行するためにはタイミング調整が必要である
- TGC内の信号間のタイミングは2.5nsec以内に収まっている
- Bunch collision とシステムクロックの位相はSingle Beam eventの結果から現時点である程度良い関係にある
- 4月には位相調整開始できる事が期待される

位相調整の現状

- ATLAS実験とトリガーシステム
- LVL1 Endcap Muon Trigger System
- Timing adjustment for TGC system
- まとめ



TOF (from コリメータ)-TOF(from IP) の差が見える

