



# ATLAS Muon Triggerにおける Sector Logic の実装

神戸大学 理学研究科 物理学専攻

早川 俊

神戸大, KEK<sup>A</sup>, ICEPP<sup>B</sup>, 名大<sup>C</sup>, 阪大<sup>D</sup>, 首都大<sup>E</sup>

藏重久弥, 松下崇, 丹羽正, 門坂拓哉, 中塚洋輝,

佐々木修<sup>A</sup>, 池野正弘<sup>A</sup>, 鈴木友<sup>A</sup>,

石野雅也<sup>B</sup>, 川本辰男<sup>B</sup>, 久保田隆至<sup>B</sup>, 平山翔<sup>B</sup>, 金賀史彦<sup>B</sup>, 結束晃平<sup>B</sup>,

戸本誠<sup>C</sup>, 杉本拓也<sup>C</sup>, 高橋悠太<sup>C</sup>, 奥村恭幸<sup>C</sup>, 長谷川慧<sup>C</sup>,

菅谷頼仁<sup>D</sup>, 福永力<sup>E</sup>,

他ATLAS日本TGCグループ

# ATLAS Muon Trigger

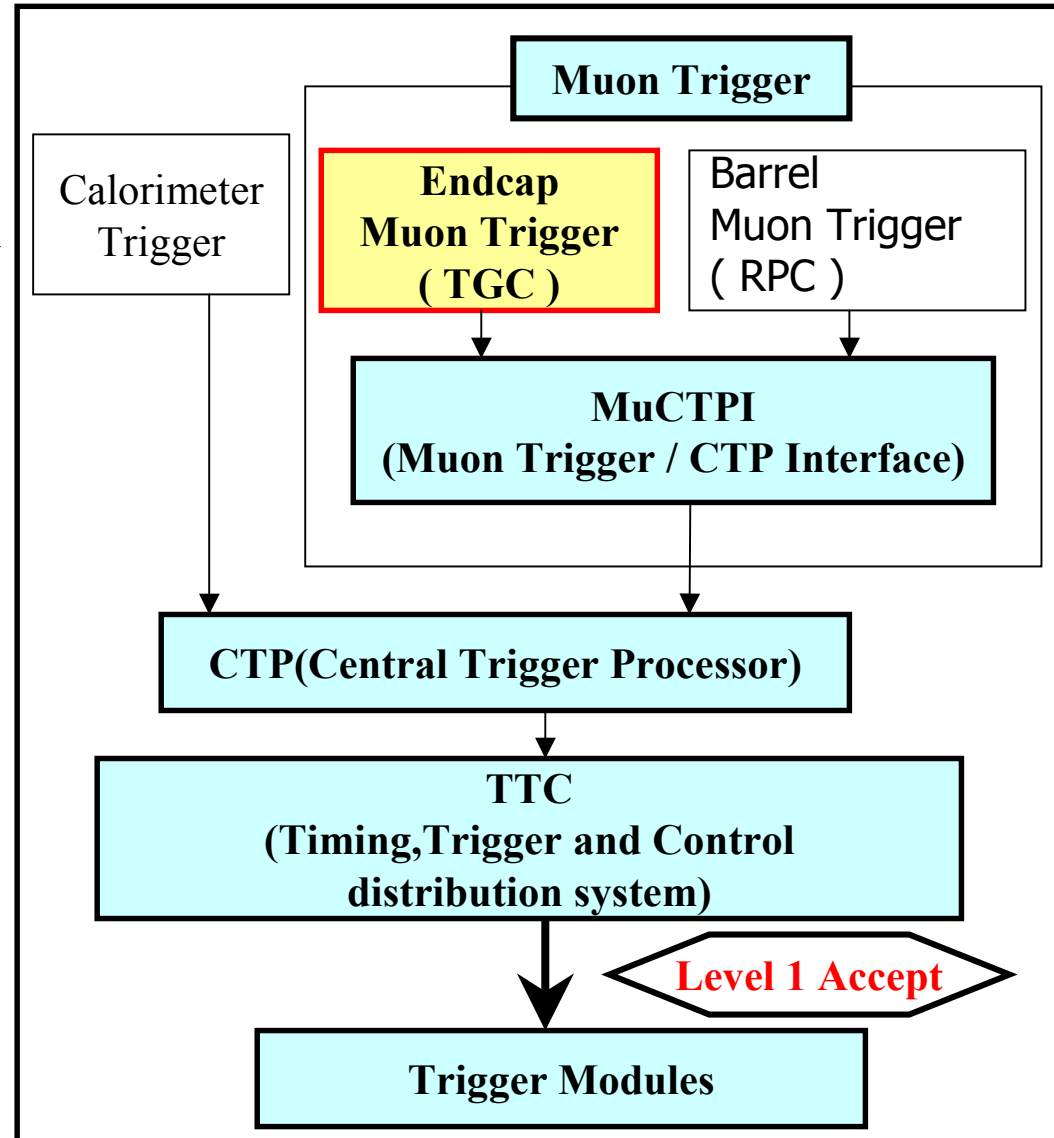
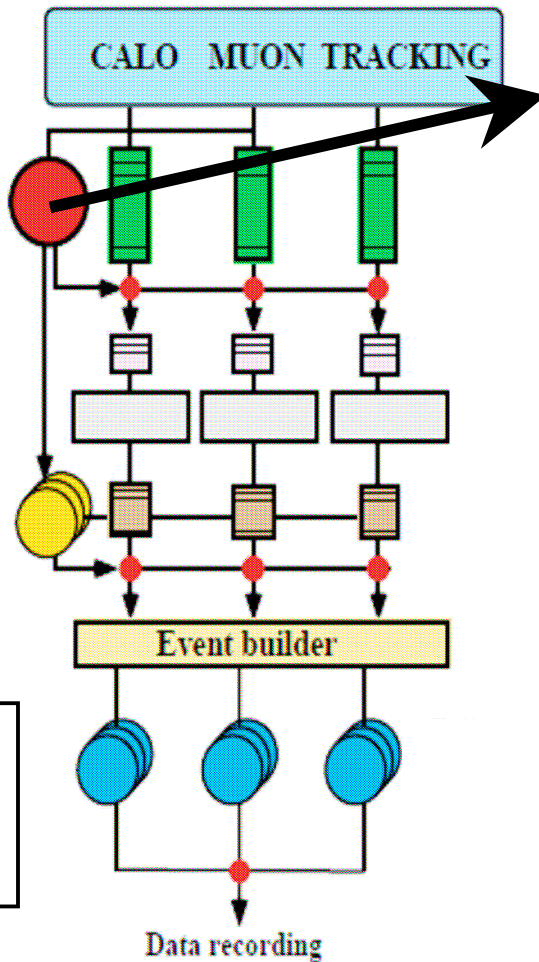
Interaction rate ~ 1GHz

Bunch Crossing Rate 40MHz

**Level1**  
< 75kHz  
< 2.5  $\mu$ s

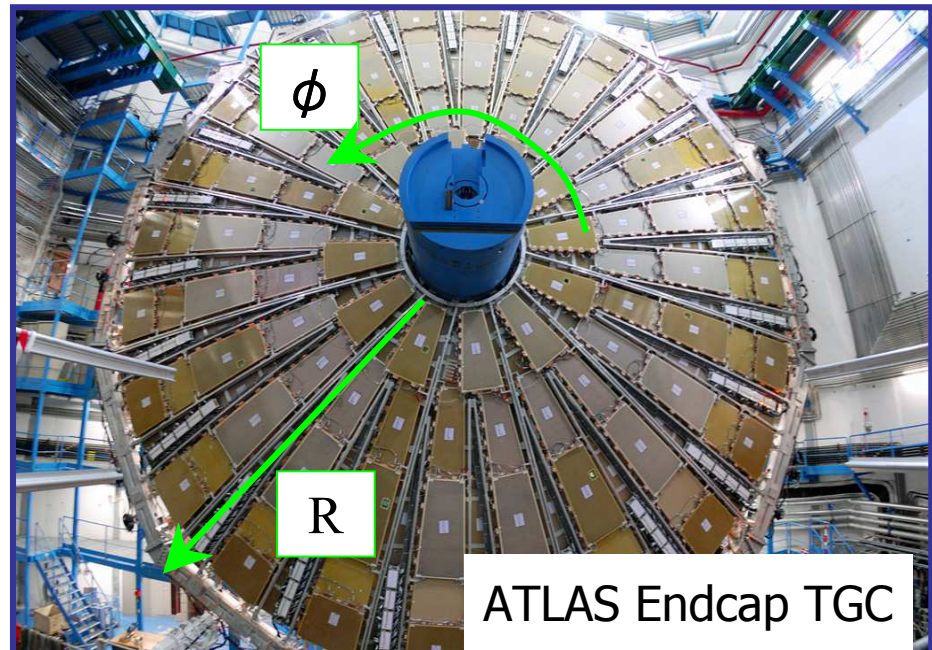
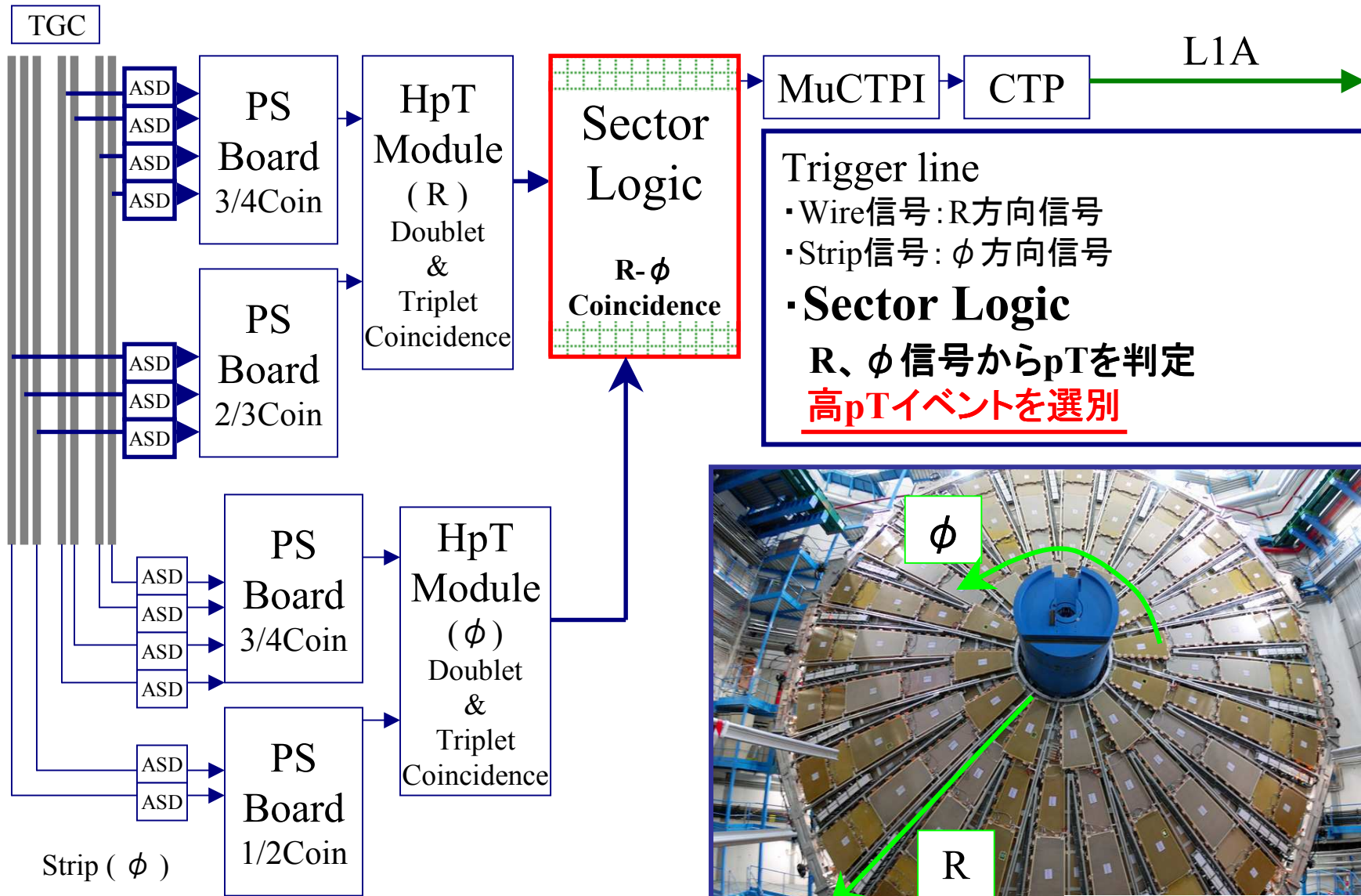
**Level2**  
< ~1kHz  
~ 10 ms

**Event Filter**  
< ~100Hz  
~ sec.

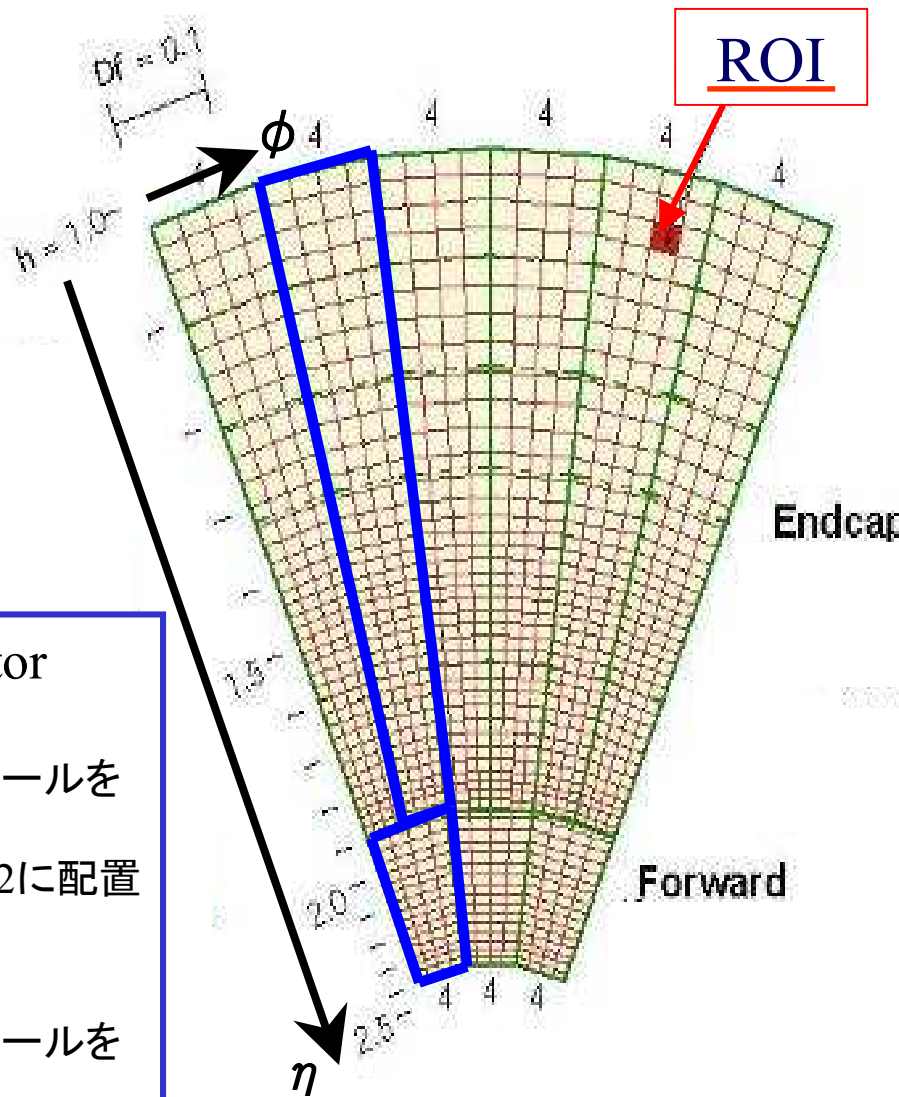


# Endcap LVL1 Muon Trigger

Wire ( R )



# Trigger Sector & Region Of Interest



## Trigger Sector Endcap

- ・  $\phi$  方向にホイールを48分割した扇
- ・  $1.05 > |\eta| > 1.92$  に配置

## Forward

- ・  $\phi$  方向にホイールを24分割した扇。
- ・  $1.92 > |\eta| > 2.40$  に配置

## Region Of Interest ( ROI )

トリガーセクターにおいて  
 $\phi$  方向、 $\eta$  方向に約  
0.03ずつに分割されたトリ  
ガー単位

LVL2 Triggerで使われる位  
置情報にもなる

ROI Number

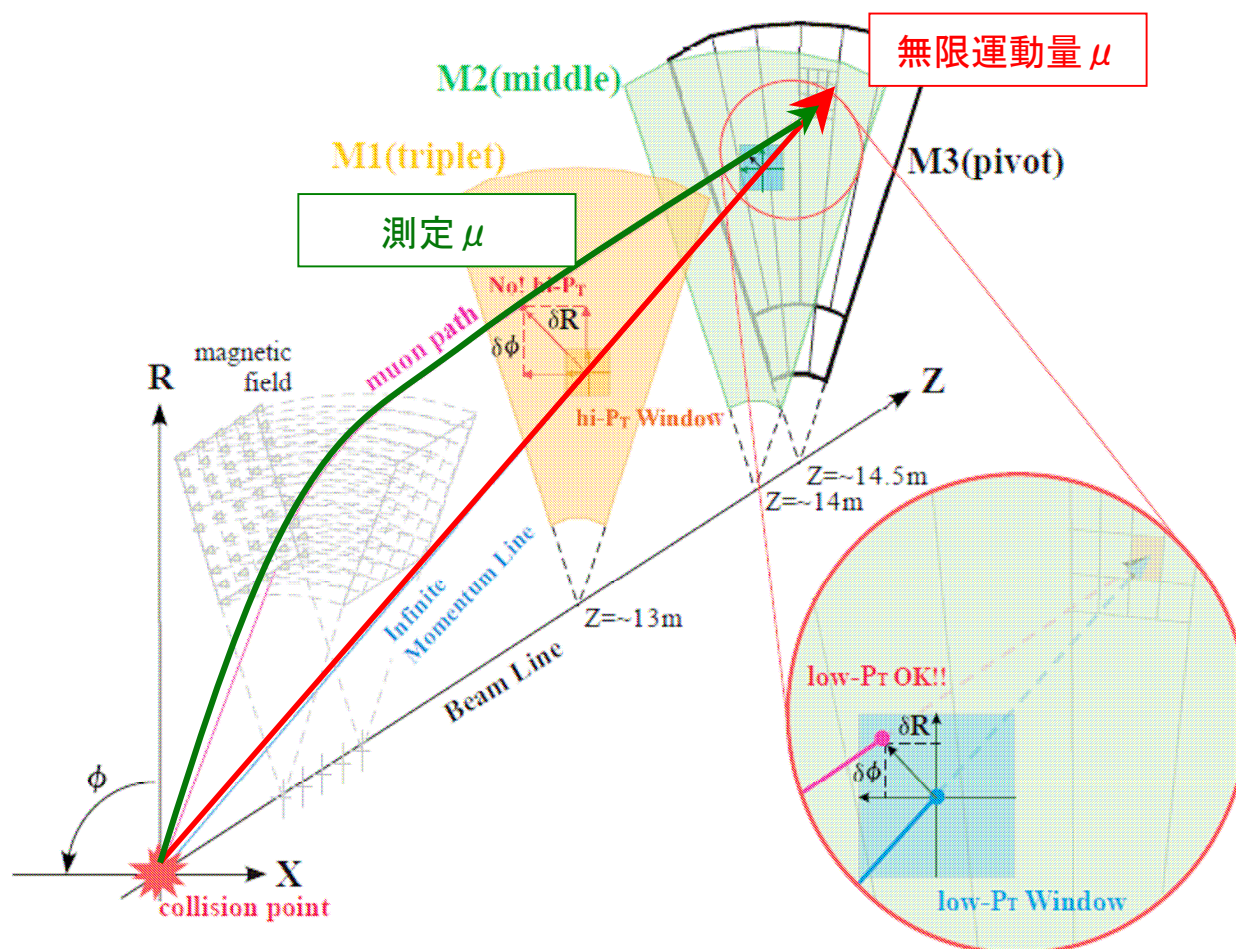
Endcap : 0-147

Forward : 0-63

	$\phi$			
	0	1	2	3
	4	5	6	7
	8	9	10	11
	12	13	14	15
	16	17	18	19
	$\eta$			

# 横方向運動量判定

TGCで測定された $\mu$ のR情報、 $\phi$ 情報から運動量を概算  
LVL1 Acceptを発行する



- ・無限運動量  $\mu$  と測定  $\mu$  を比較する。
- ・Pivotプレーンの位置情報から無限運動量の場合の飛跡を決定。
- ・無限運動量  $\mu$  とのR、 $\phi$ の磁場による飛跡のズレ( $\Delta R$ 、 $\Delta\phi$ )を測定。

・ $\Delta R$ 、 $\Delta\phi$ の値から横方向運動量(pT)を概算、高いpTを持つ  $\mu$  を選別

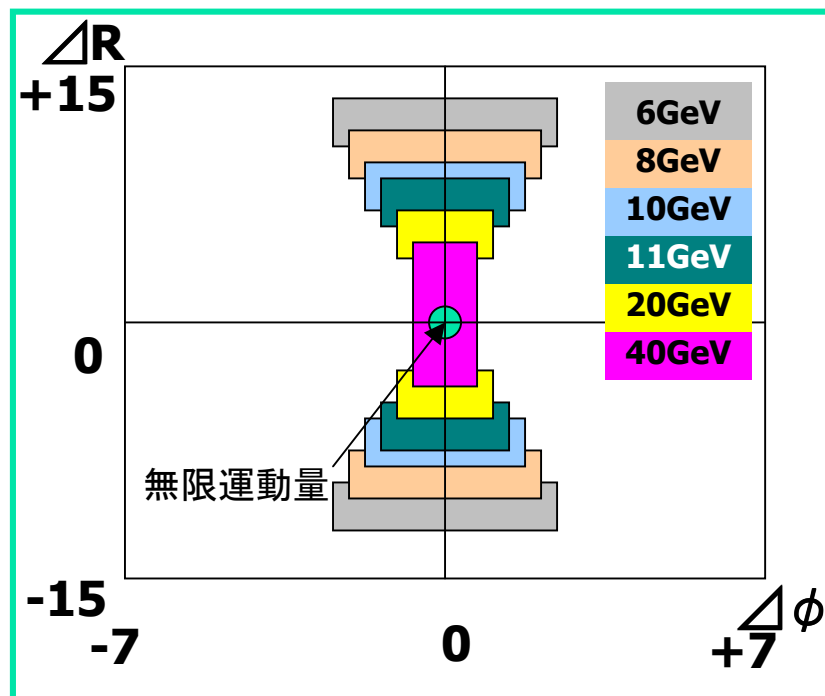


Sector Logicの役目



# LUTによる横方向運動量判定

Look Up Tableの $\Delta R$ - $\Delta\phi$ 空間における運動量判定の概念図



- ・ **Coincidence Matrix**を作り  $\Delta R$ 、 $\Delta\phi$  から6段階のpT判定を行う
- ・ 測定する物理に応じて **Coincidence Matrix**を変更
- ・ **LUT**としてこれを**実装**

**Coincidence Matrix**を  
LUTに記憶出来る記憶容量

&

書き換え可能なシステム

&

高速演算処理

以上がSector Logicに要求される能力

FPGA Xilinx Virtex II

Forward : Virtex II XC2V1000

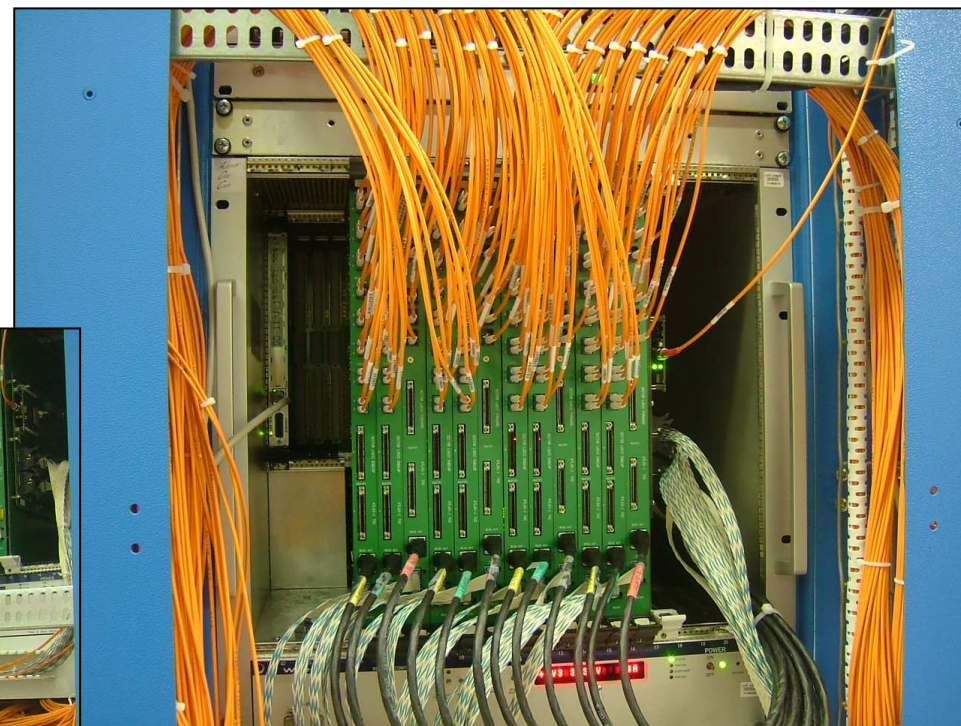
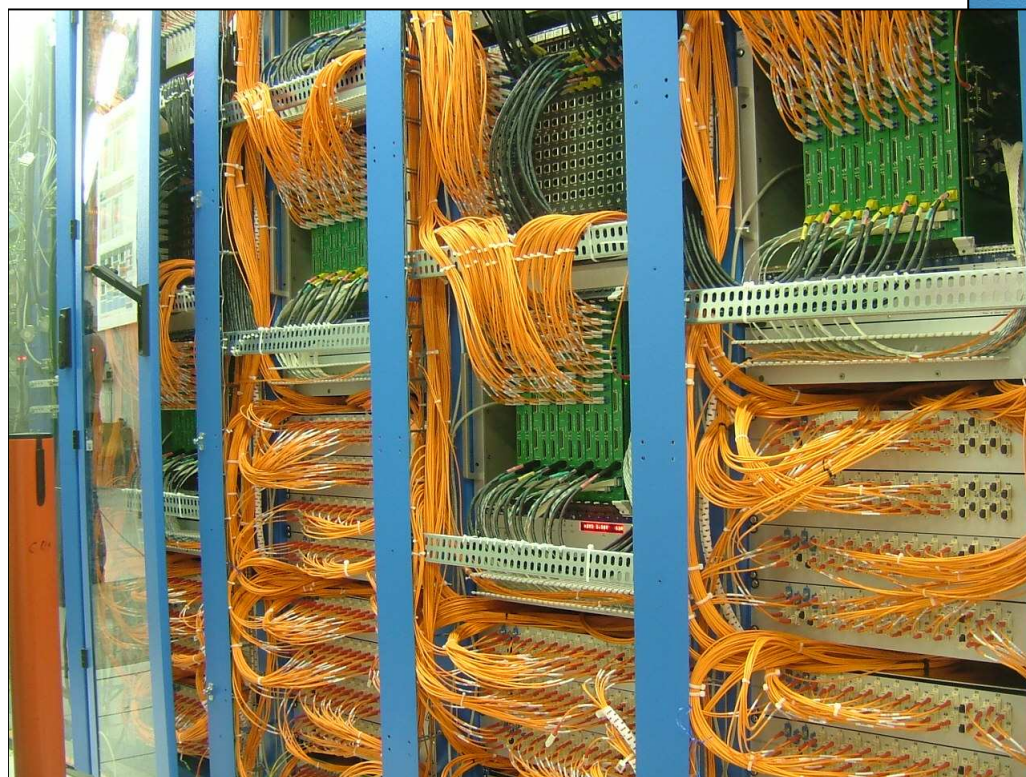
Endcap : Virtex II XC2V3000

Virtex II	LUT最大容量(kb)	CLB
XC2V1000	720(80%)	1280(36%)
XC2V3000	1728(96%)	3584(28%)

※括弧内は現在使用されている割合

# Sector Logicの設置

ATLASのCOUNTING ROOMに設置完了

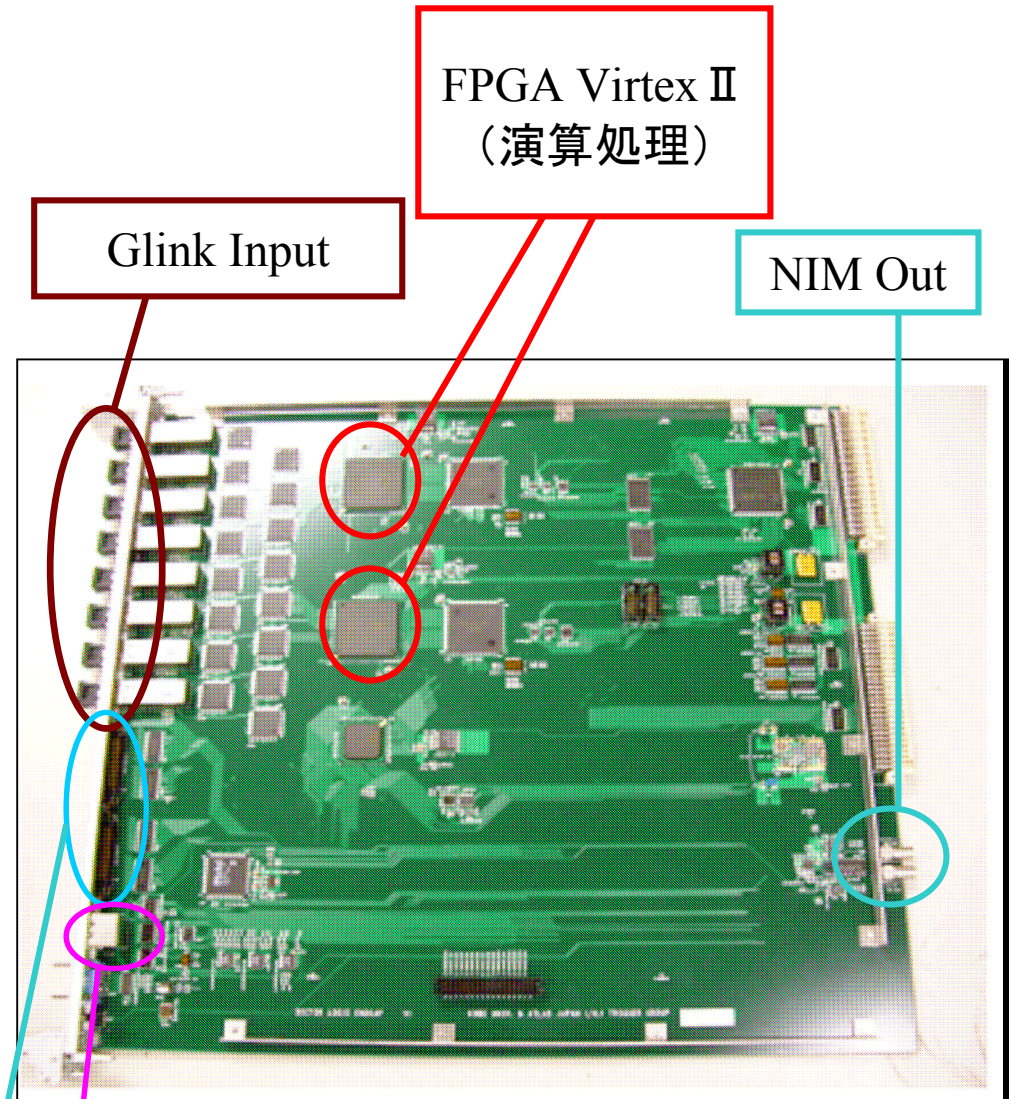


- ・宇宙線コミッショニングランでトリガーラインに参加
- ・宇宙線コミッショニングラン専用のLUTを搭載
- ・正常に動作する事を確認



# Sector Logic

- 演算処理  
FPGA Virtex II
- Input : Glink( Input )
- Output  
NIM Out (Self Trigger)  
LVDS parallel( to MuCTPI )  
LVDS serial (Read Out)
- 40MHzのCLKで動作処理を行う。
- 1枚のSLで2トリガーセクターを処理
- Endcap 48枚  
Forward 24枚  
合計72枚



FPGA Virtex II  
(演算処理)

Glink Input

NIM Out

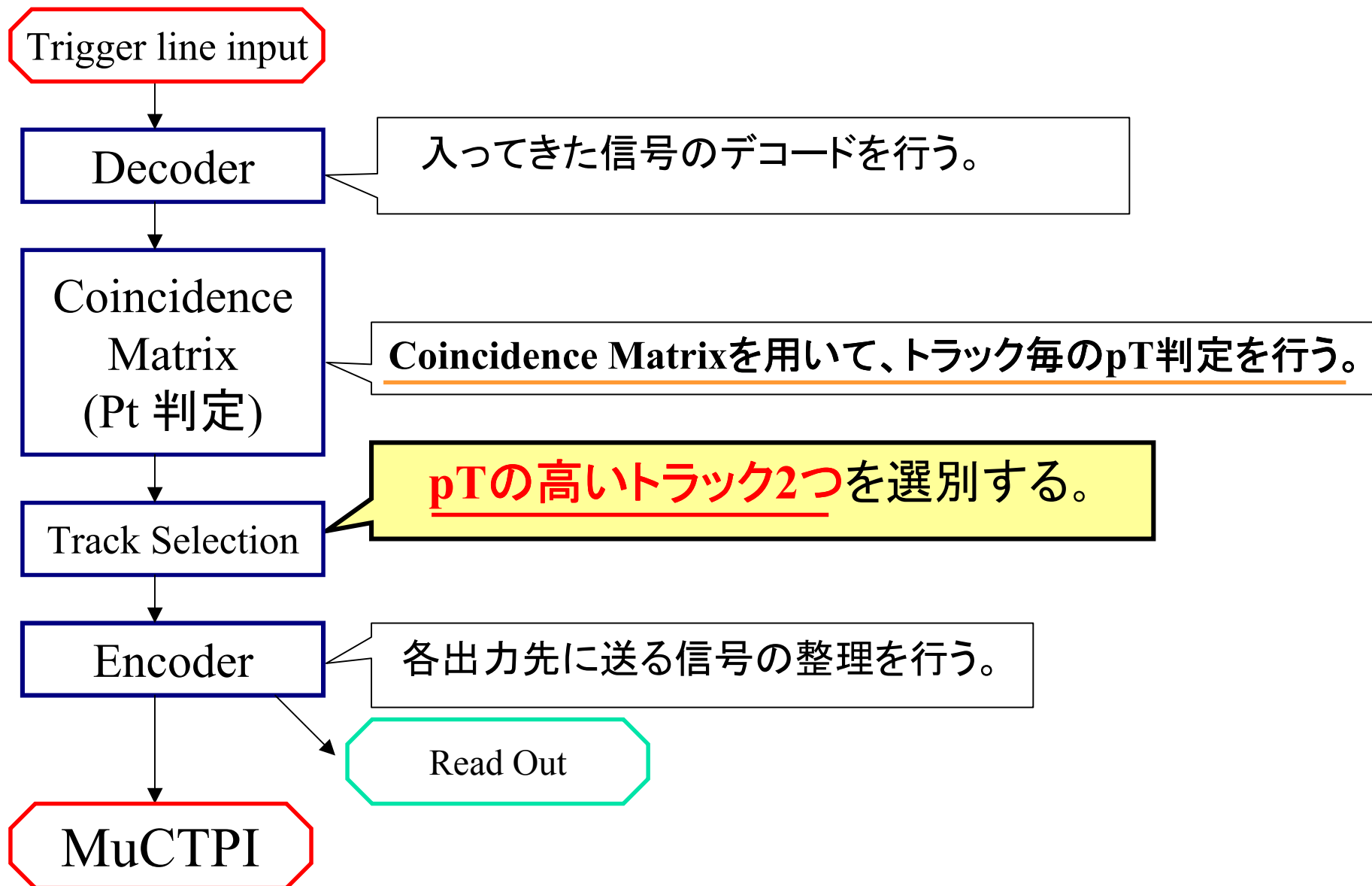
LVDS parallel(SL to MuCTPI)

LVDS serial (Read Out)

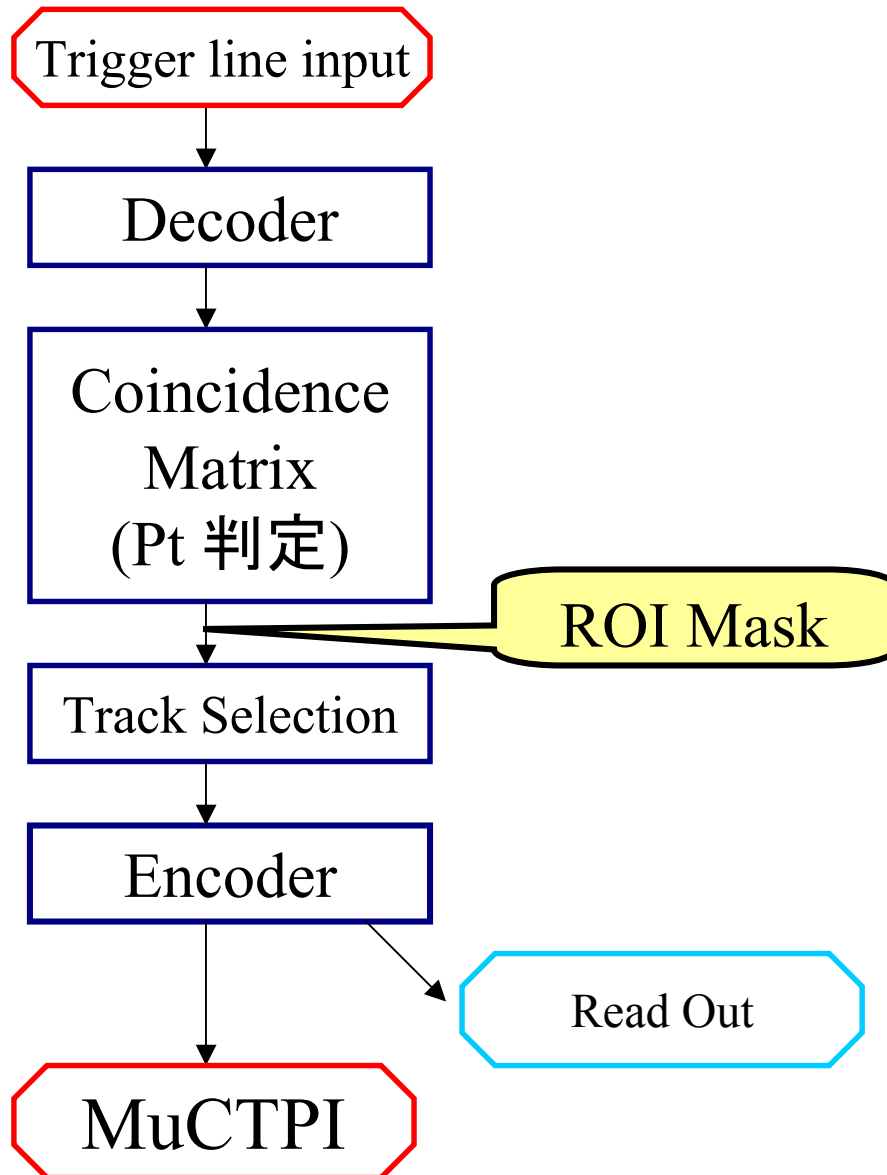
Sector Logic (Endcap)



# Sector Logicのトリガー生成過程



# Mask



## Mask

・特定のトリガー信号を遮断するかどうかを選択する。

・問題が発生した部位からの信号を遮断する目的で使用される。

# Prescaler

Trigger line input

Decoder

Coincidence Matrix  
(Pt 判定)

Track Selection

Encoder

Read Out

MuCTPI

ROI Prescaler

目的

コミッションングランにおいてビームハローをトリガーする際に $\eta$ 分布を均一化するために使用する。

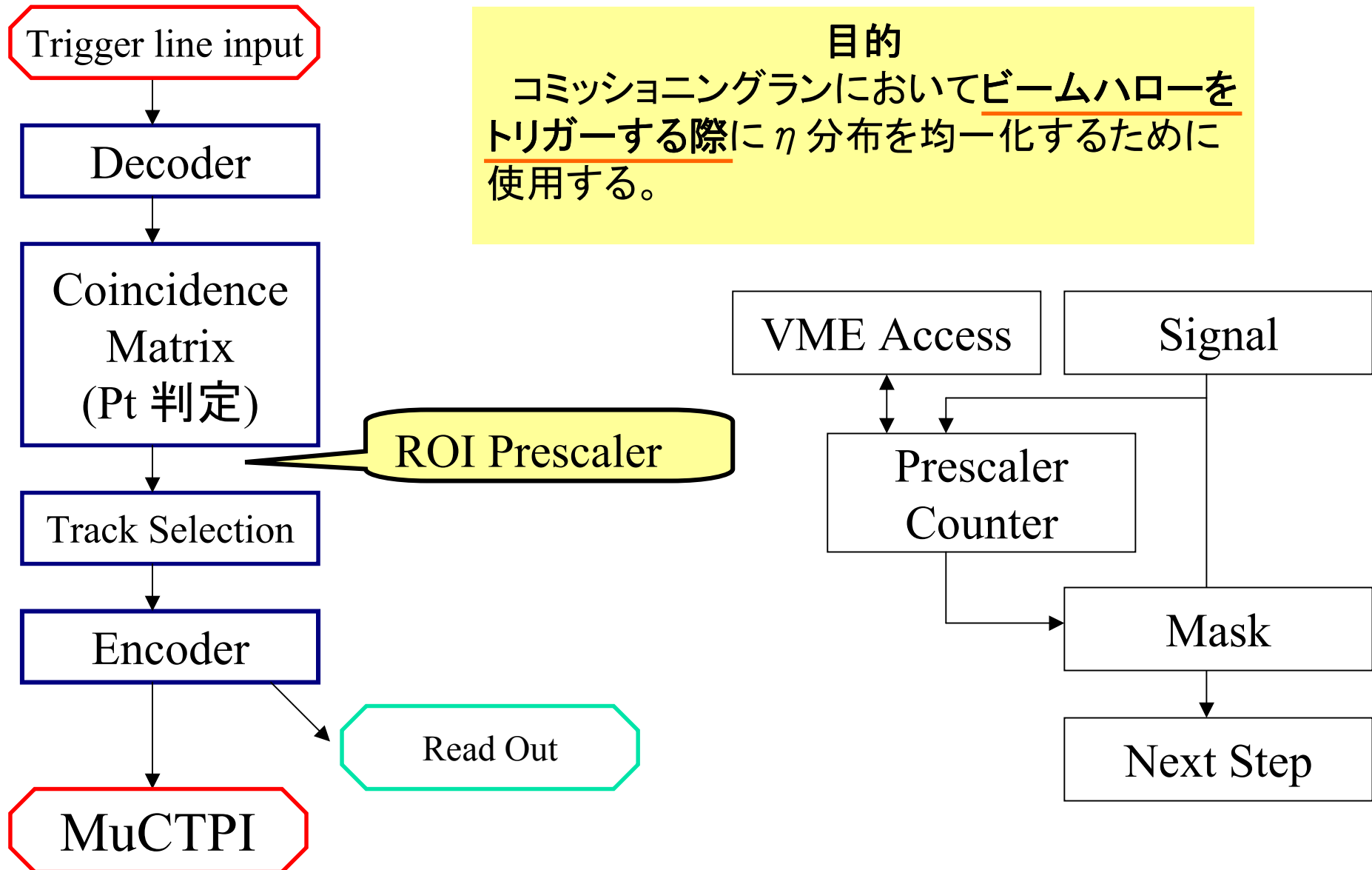
VME Access

Signal

Prescaler Counter

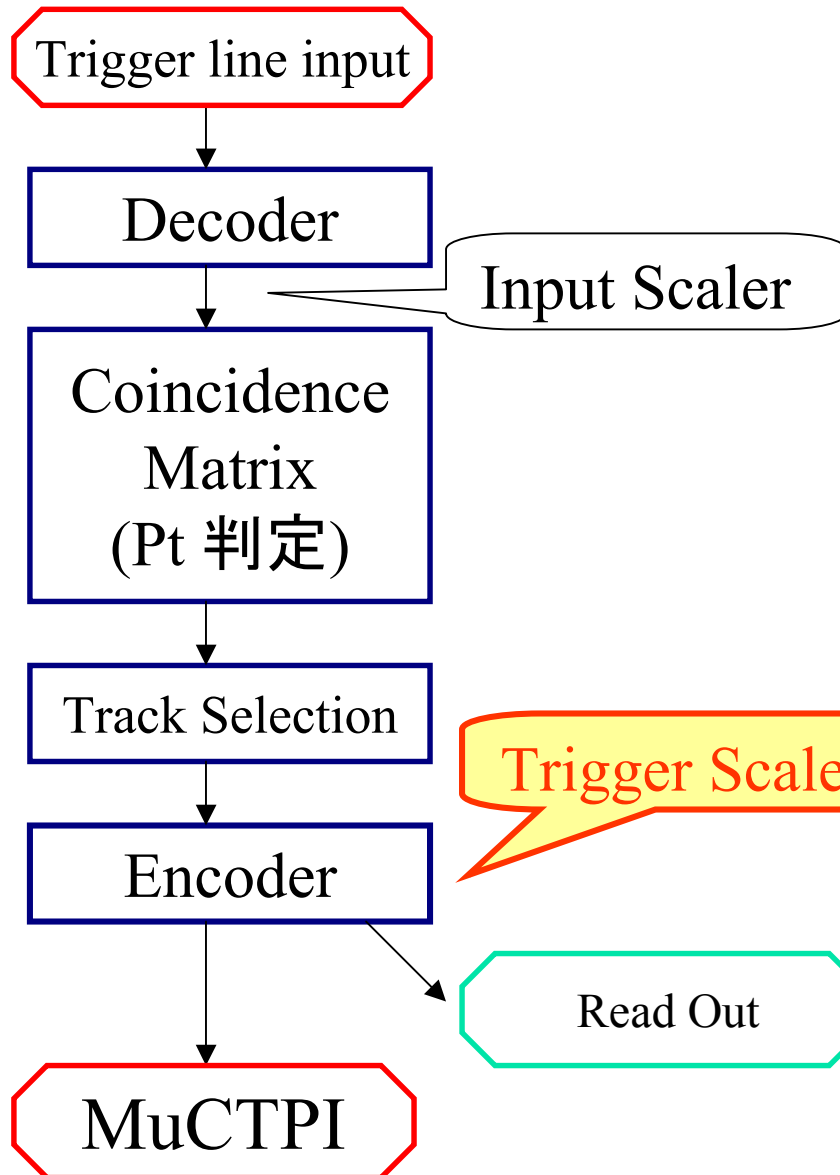
Mask

Next Step

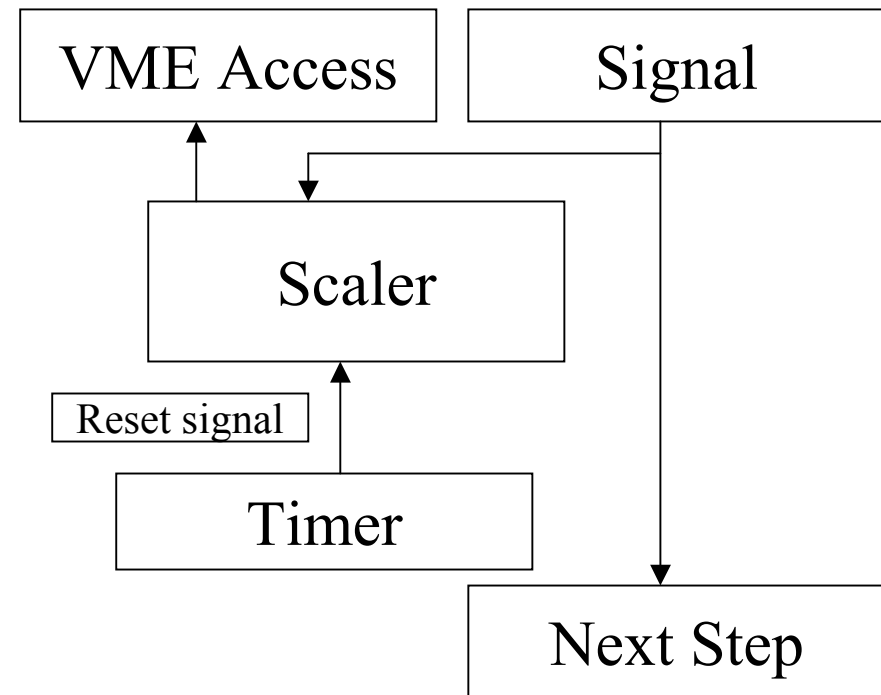




# Scaler



- ・トリガーレートを測定する。
- ・安定動作しているかどうかの確認
- ・10秒間に信号が入った回数を数える。
- ・VMEから値を読み出し、データベースに記録する。



# まとめ

## 結果

- ・Sector Logicのインストールが完了。
  - ・基本的な機能は既に搭載済。
- ・宇宙線テストでトリガーシステムに組み込まれ、正常に動作する事が確認された。
- ・現在は宇宙線テスト用LUTを搭載。

## 課題

- 1: 必要に応じてSector Logicの機能を追加する。
- 2: LUTをビーム実験用に変更する。