検出器ゼミ　-トリガーDAQ -

河野研究室 M1 高木真海

INTRODUCTION

➤ LHCでの衝突レートと興味のある事象

- 陽子陽子衝突頻度　　40MHz
- 興味のある事象
  - ・Higgs ($\sigma_{higgs} = 10^{-2} nb$)　　100mHz
- 記録するデータの限界　　200Hz

興味のある事象が起こる頻度は全体の10桁以上少ない

→多くのデータから必要なデータのみを取り出すために、

トリガーを行う

➤ トリガー：数多くの測定器情報から作る1bit情報、タイミング情報

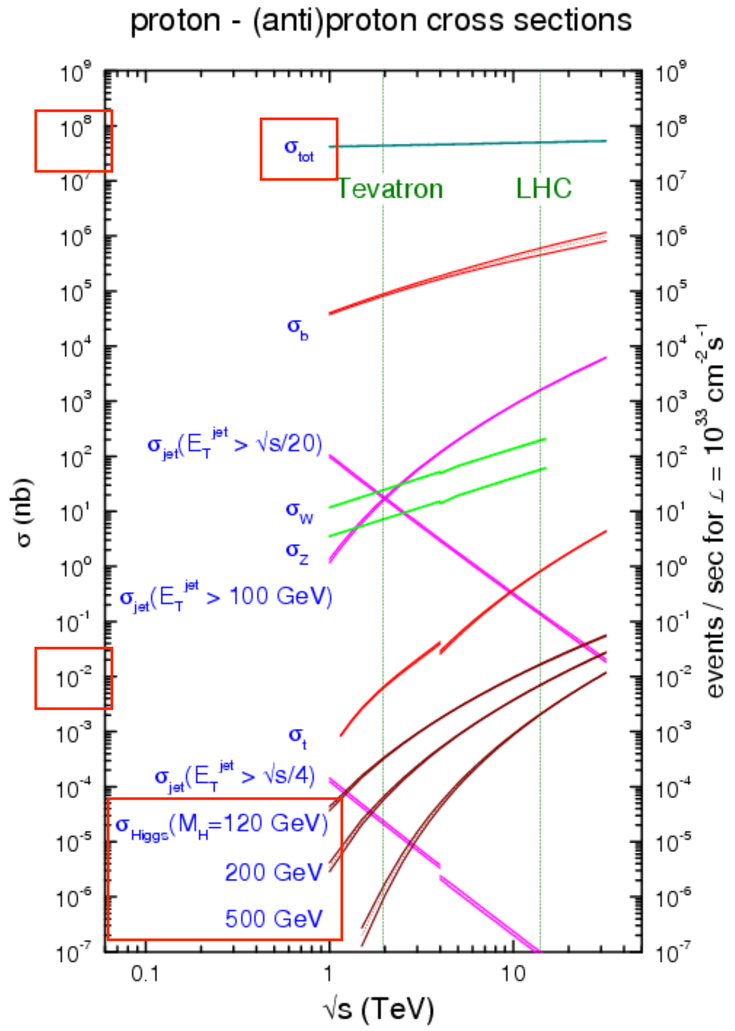


図1.反応断面積について

ATLAS TRIGGER SYSTEM

- Level 1 Trigger
  - 40MHz から 100kHz へ
  - ハードウェア

    カロリメータとミューオン検出器の情報を利用
- High Level Trigger

Level 1 Triggerで見つかった事象に対して行う

1. Level 2 Trigger
   - 約2kHz へ
   - ソフトウェア

     局所的な複数の検出器情報を使う
2. Evet Filter
   - 200Hzへ
   - 高精度な事象再構成

     全ての検出器情報を利用

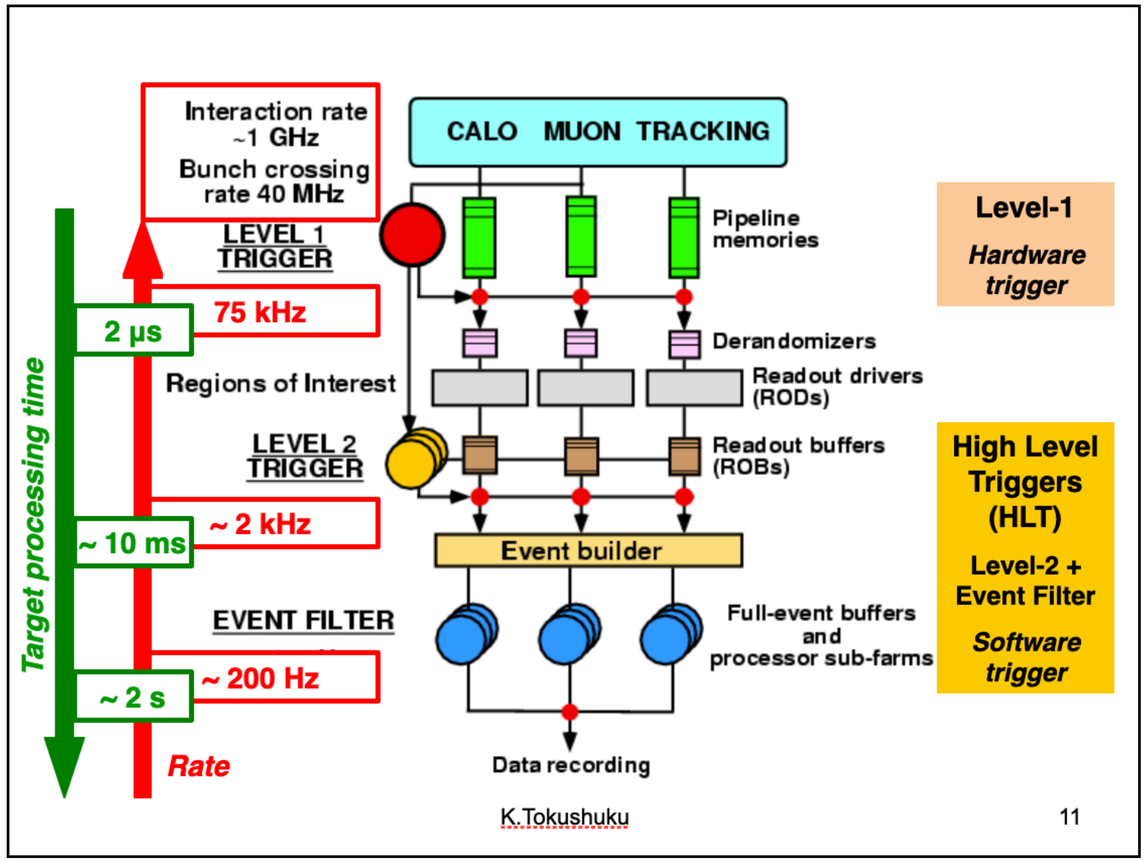


図2. ATLASトリガーシステム

識別粒子とトリガー

➤ トリガーで扱うシグナル

Selection signatures

Object	Examples of physics coverage	Nomenclature
Electrons	Higgs (SM, MSSM), new gauge bosons, extra dimensions, SUSY, W, top	e25i, 2e15i
Photons	Higgs (SM, MSSM), extra dimensions, SUSY	γ60i, 2γ20i
Muons	Higgs (SM, MSSM), new gauge bosons, extra dimensions, SUSY, W, top	μ20, 2μ10
Jets	SUSY, compositeness, resonances	j360, 3j150, 4j100
Jet+missing E_T	SUSY, leptoquarks	j60 + xE60
Tau+missing E_T	Extended Higgs models (e.g. MSSM), SUSY	τ30 + xE40

- **Standard Model processes mandatory to**
  - → Understand background processes for discoveries and measurements
    - production of $Wb\bar{b}$, $t\bar{t}b\bar{b}$, vector boson pairs, ...
  - → Understand detector performance (esp. during the first year(s))
    - Calibration / energy scale: $Z\to ee/\mu\mu$, $W\to jj$, $W\to e\nu$, $W\to\tau\nu$, Z+jet, $J/\psi\to\mu\mu$
  - → Get this information from data !

LHCC Open Session, March 13th, 2002 Stefan Tapprogge, HIP Helsinki page 6

図3.トリガーで扱うシグナル

➤ 検出器情報から直接再構成される粒子

- 電子、光子、ハドロン、ミューオン

その他の粒子は終状態で検出される粒子から再構成

ニュートリノなど検出器に直接hit情報を残さない場合は

E_T^{miss}から識別

ATLAS LEVEL 1 TRIGGER

➤ Level 1 Trigger

- 全取得データから2.5 μ s以内に100kHzのデータに削減
- ハードウェアを用いてトリガをかける

  高速処理が必要なためソフトウェアでは間に合わない
- カロリメータとミューオン検出器の情報を利用
- Region of Interest (RoI)を発行

  各RoIに対して、その付近の検出器情報からHLTを行う

  ・高いPtを持つミューオン

  ・電子/光子

  ・ハドロンジェット

  ・τ レプトン

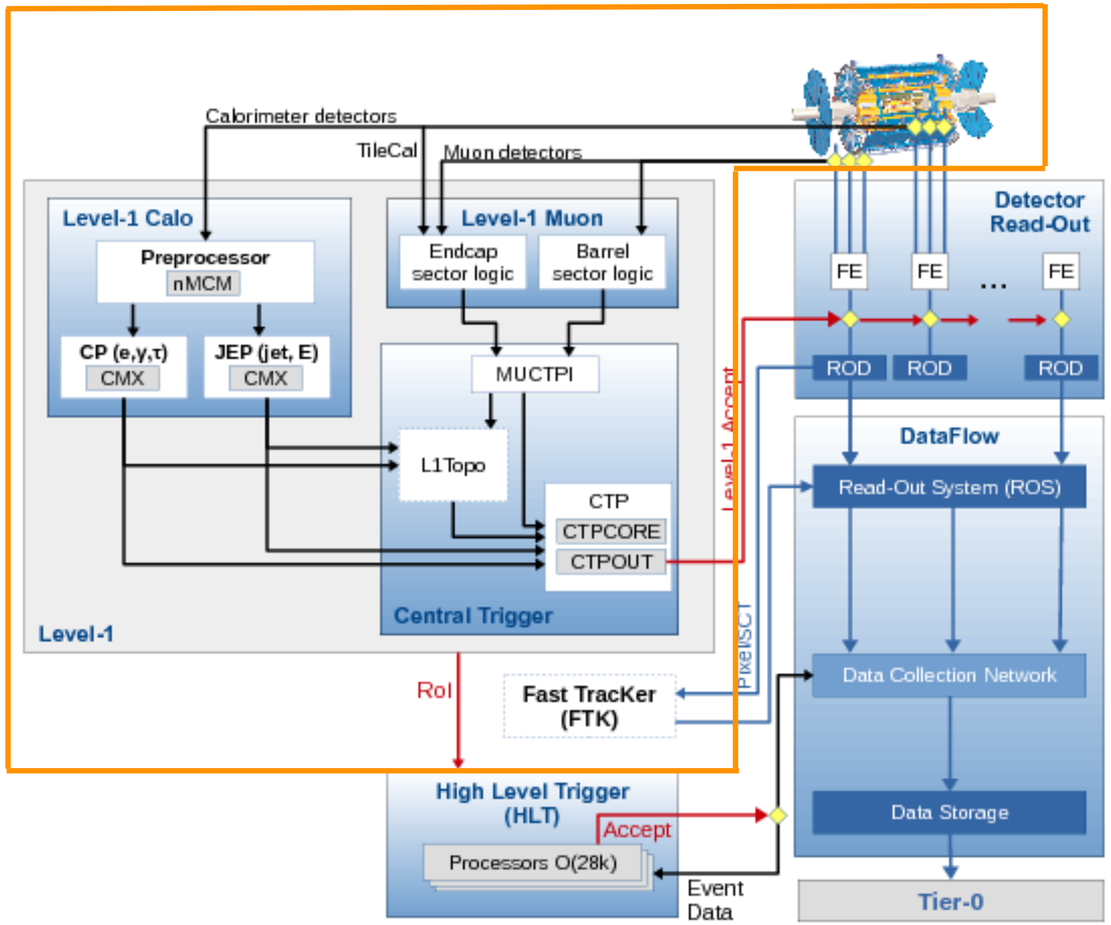


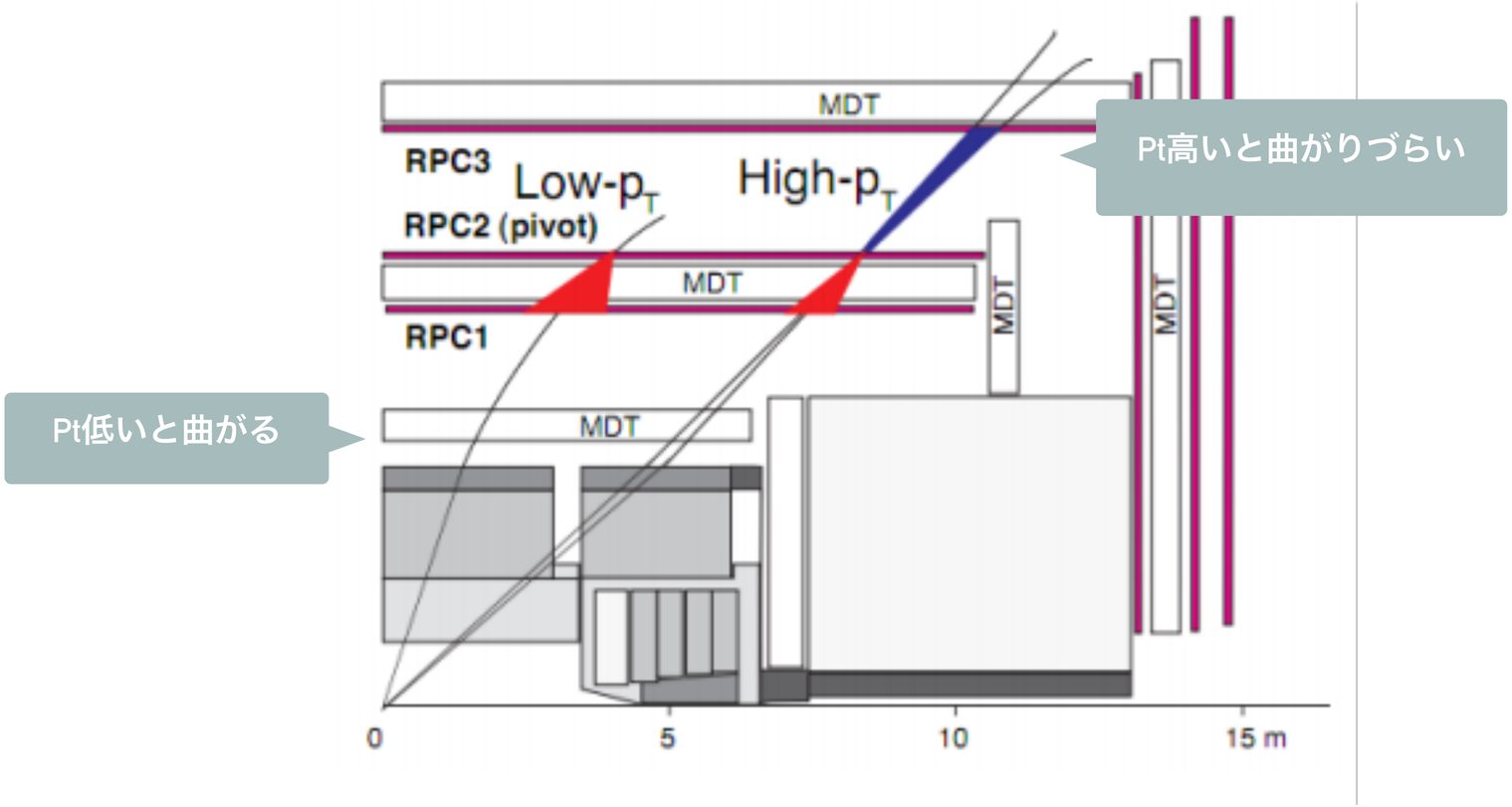
図4. *Level 1 Trigger*

ATLAS LEVEL 1 TRIGGER　- MUON SPECTROMETER-

- Level 1 Muon Trigger

  - RPC(バレル)、TGC(エンドキャップ)を用いて、高いPtのミューオンを取り出す

    原点から引いた直線とのズレからPtを見積もる



ATLAS LEVEL 1 TRIGGER　- CALORIMETER -

➤ Level 1 Calorimeter Trigger

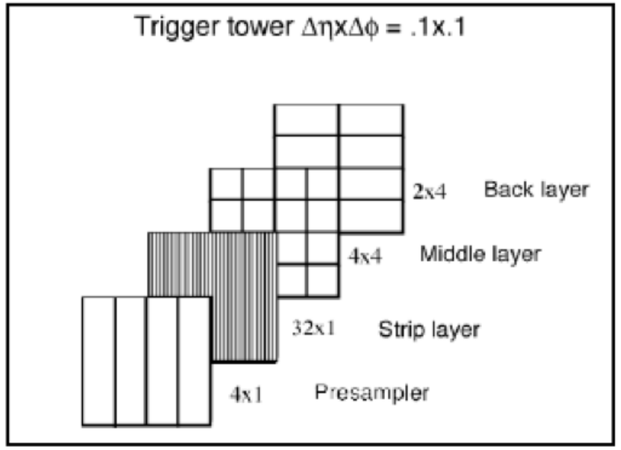
- 電磁カロリメータ・ハドロンカロリメータの情報を統合してE_T^{miss}が大きいイベントを取りだす

- Trigger Towerを使って計算する

・4層の検出器から構成されている

・$\Delta\eta \times \Delta\varphi = 0.1 \times 0.1$で4層まとめて

1つの情報として読み出している



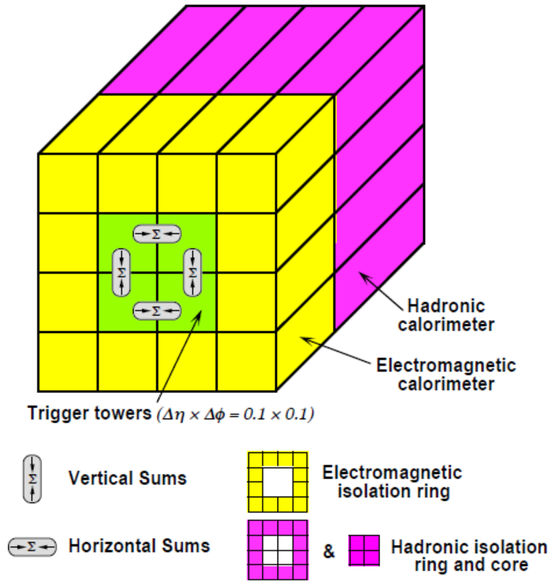


図5.Trigger Towerについて

ATLAS HIGH LEVEL TRIGGER

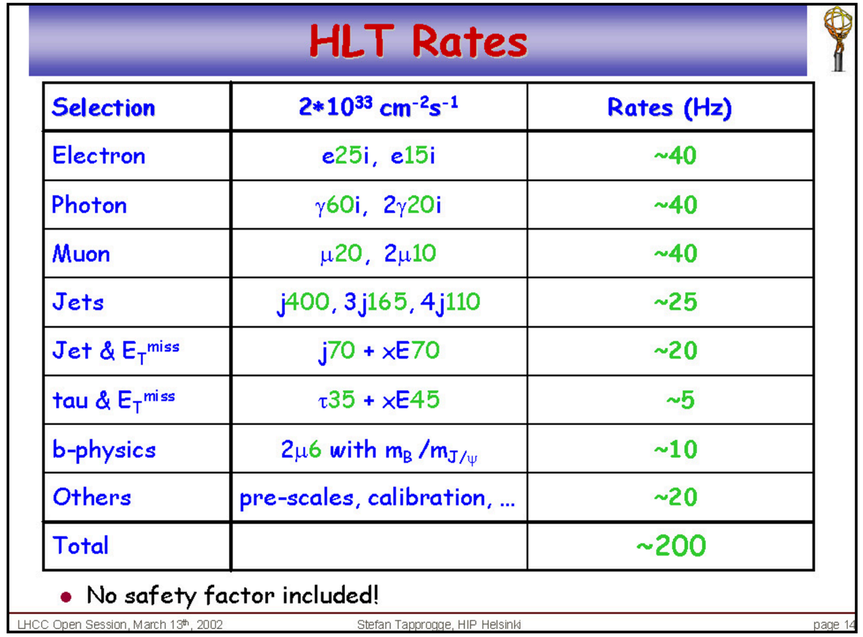
➤ High Level Trigger

- ソフトウェアを用いてトリガをかける

Offlineと同様のデータを扱うことができるが、時間短縮のためLevel 1 Triggerで特定した領域にのみ行う

	High Level Trigger
Muon	ミューオンチェンバ+内部飛跡検出器+isolation
Electron/Photon	シャワー形状+内部飛跡検出器
Jets	ジェットアルゴリズム
Missing E	トリガタワー単位で足し上げる セル単位で再計算+ミューオン補正+ノイズのカット
Tau	ジェットの細さ、飛跡の少なさ

表1.それぞれの粒子に対するHigh Level Trigger



HLT Rates

Selection	$2*10^{33}$ $cm^{-2}s^{-1}$	Rates (Hz)
Electron	e25i, e15i	~40
Photon	γ60i, 2γ20i	~40
Muon	μ20, 2μ10	~40
Jets	j400, 3j165, 4j110	~25
Jet & E_T^{miss}	j70 + xE70	~20
tau & E_T^{miss}	τ35 + xE45	~5
b-physics	2μ6 with m_B /$m_{J/\psi}$	~10
Others	pre-scales, calibration, ...	~20
Total		~200

- No safety factor included!

LHCC Open Session, March 13th, 2002 Stefan Tapprogge, HIP Helsinki page 14

図6.High Level Triggerのレート