

ATLAS 実験における トリガー・メニューの評価ツールの開発

所属：東大理，神戸大^A，高工研^B，CERN^C

奥山豊信 石川明正^A 大町千尋^A 小曾根健嗣^B 蔵重久弥^A
河野能知^C 道前武 徳宿克夫^B 長野邦浩^B 山崎祐司^A

1

2009年 3月29日
日本物理学会 第64回年次大会

ATLAS Trigger

Level 1(L1):
Hardware trigger

- Calorimeters & muon trigger-chamber
- muonやelectron等のObject毎にいくつかのThreshold

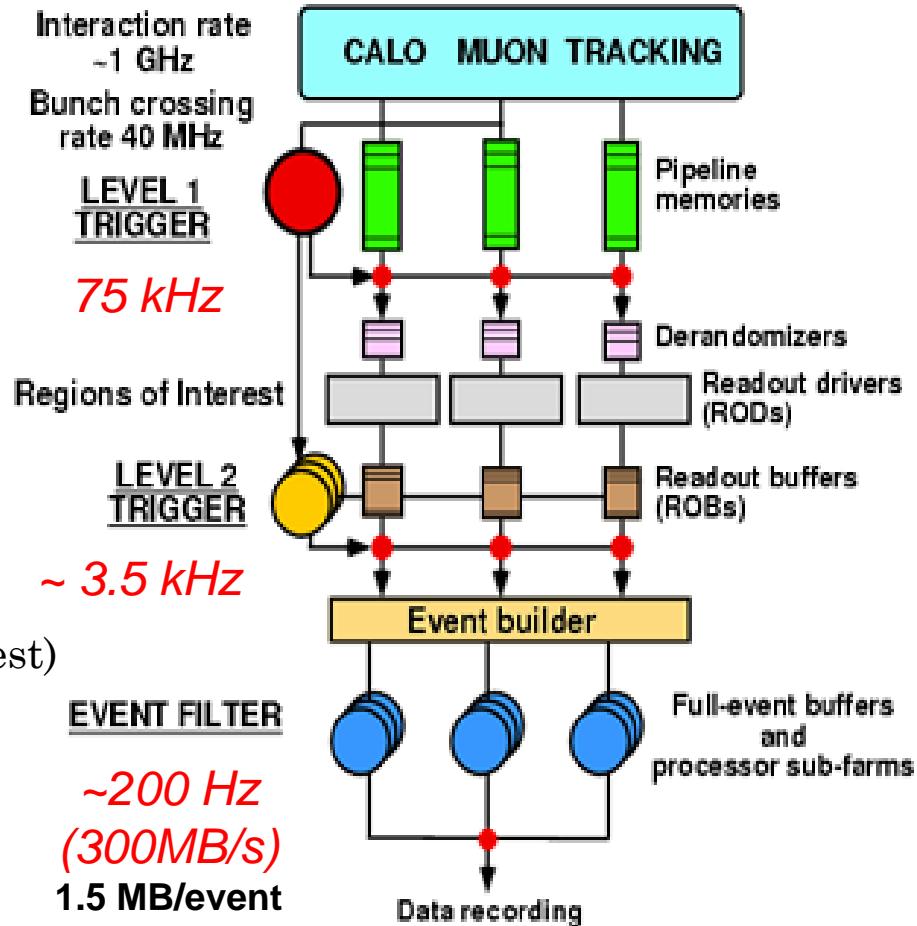
High Level Triggers (HLT):
Level 2(L2) + Event Filter(EF)
Software trigger

Level 2:

- L1 で同定された η - ϕ 領域(Regions-of-Interest)のデータだけ用いて解析する

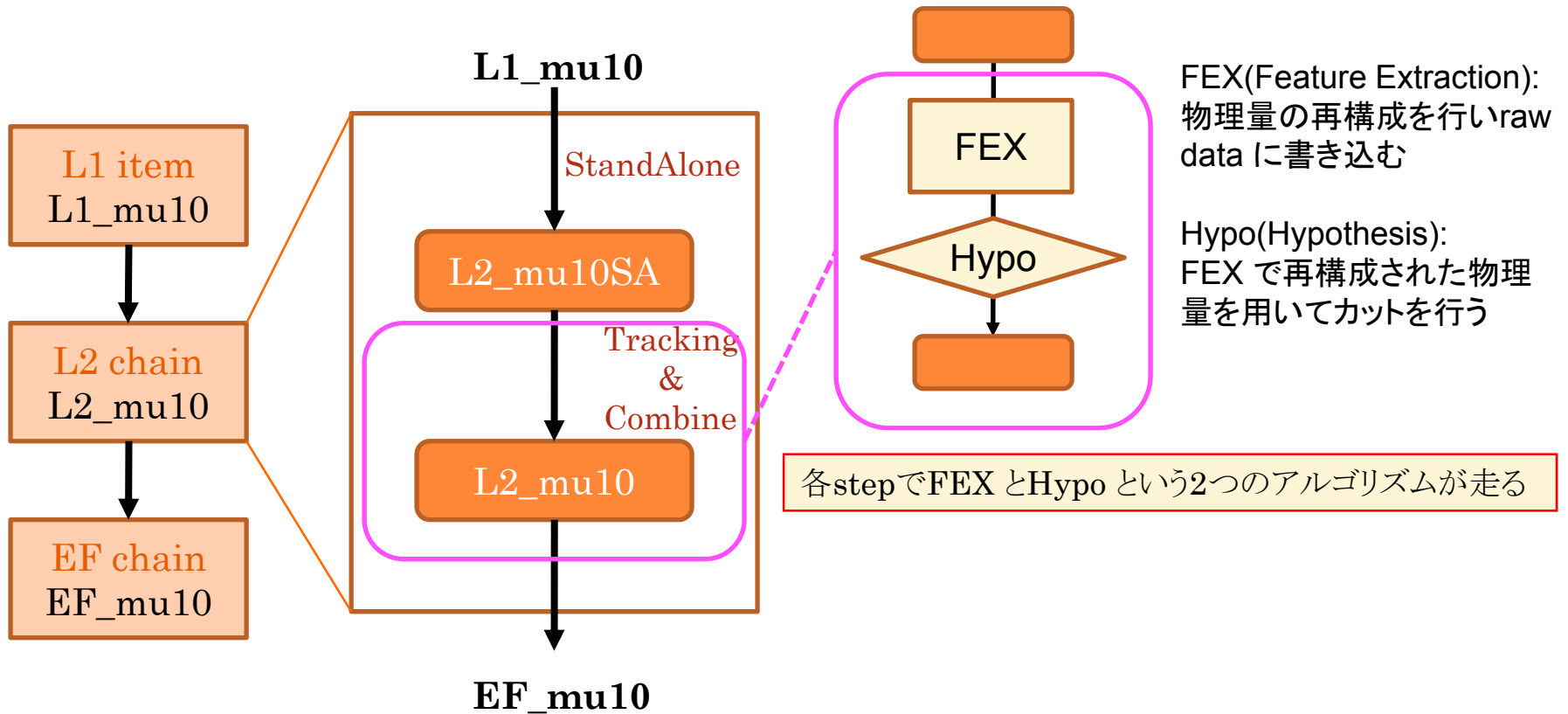
Event Filter:

- Event buildingの後Detectorの全領域のデータを用いて解析する



ATLASのHLTの特徴
→ L1トリガーの作られた η - ϕ 領域(RoI)毎にトリガーのアルゴリズムが走る

Trigger chain



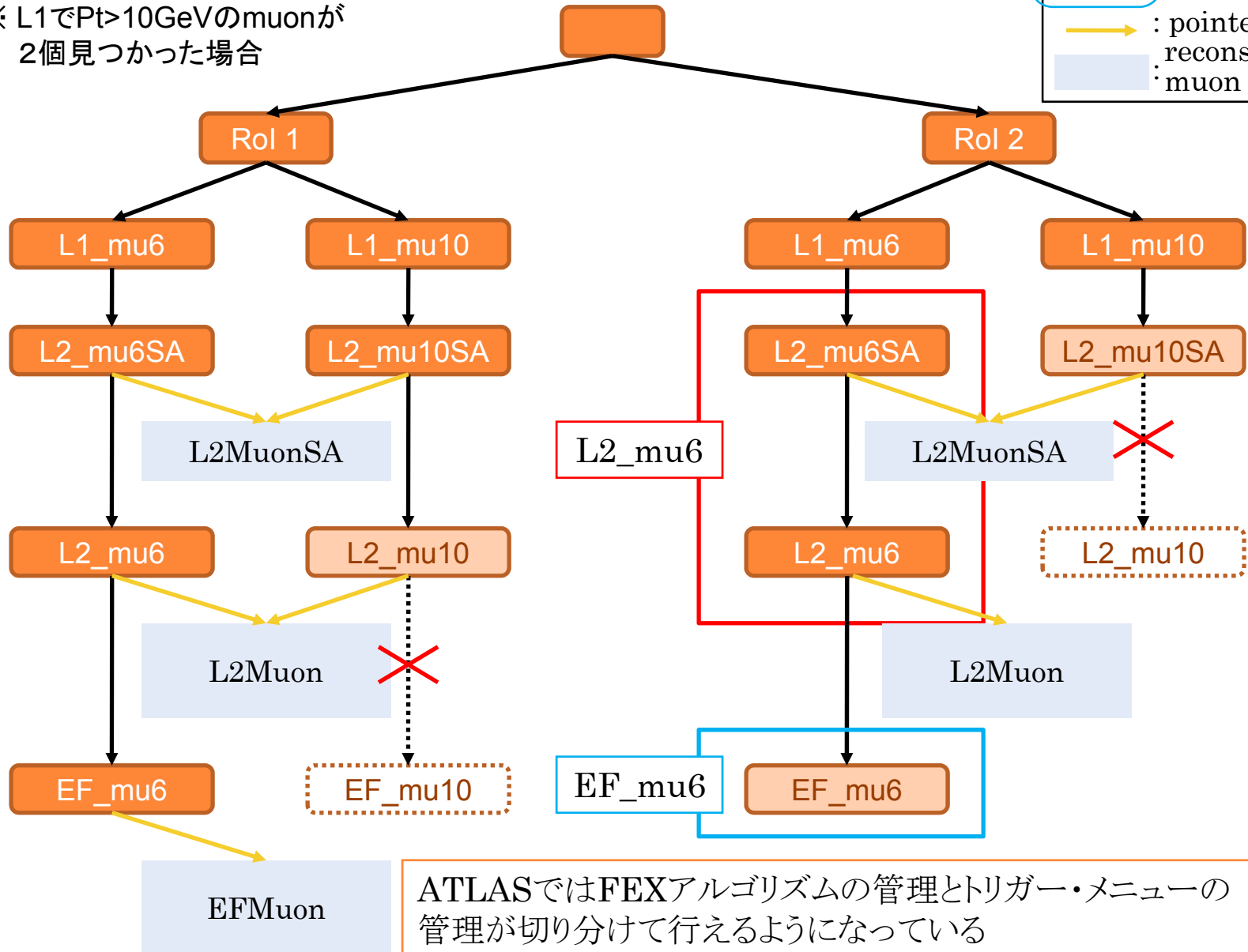
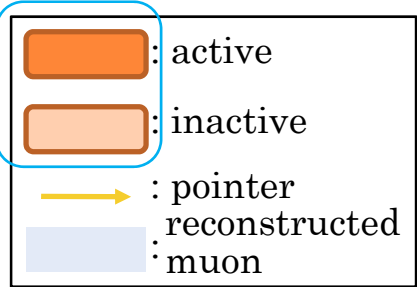
- HLTの各Levelはさらに複数のstepから構成される(stepの数はchainによって異なる)
- あるstepでrejectが行われると以降のstepは実行されない

各段階で適切なトリガー論理(メニュー)を組み合わせることによって広域的な物理過程のトリガーが可能となる

HLT Navigation

※ L1でPt>10GeVのmuonが
2個見つかった場合

トリガー判定用の
Object



Motivation

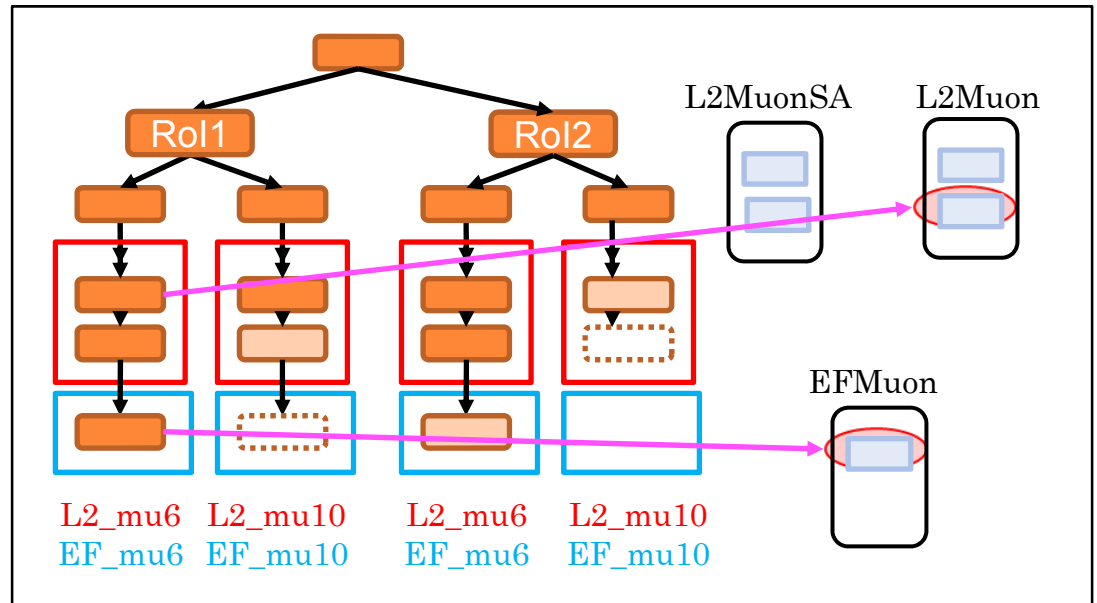
ATLASのデータ構造では

- 再構成されたFeature(muon, electron, ...)自身にトリガーの情報が含まれていない
 - Feature同士のMatchingは直接できず、Navigationの情報を用いて行わなければならない
- トリガーに関する研究を行うためには毎回煩雑なコードを書く必要があり時間もかかる。

例) EF_mu6 のトリガーを鳴らしたmuonのL2のPtとEFのPtの相関を調べたい

1. EF_mu6に関わったObjectを全て集めてくる
2. トリガーを鳴らした(activeなもの)だけを選択する
3. Navigationの情報を用いてL2のstep2とEFのstep1のMatchingを取る
4. それぞれのObjectリンク先のMuonのPtの相関を取る

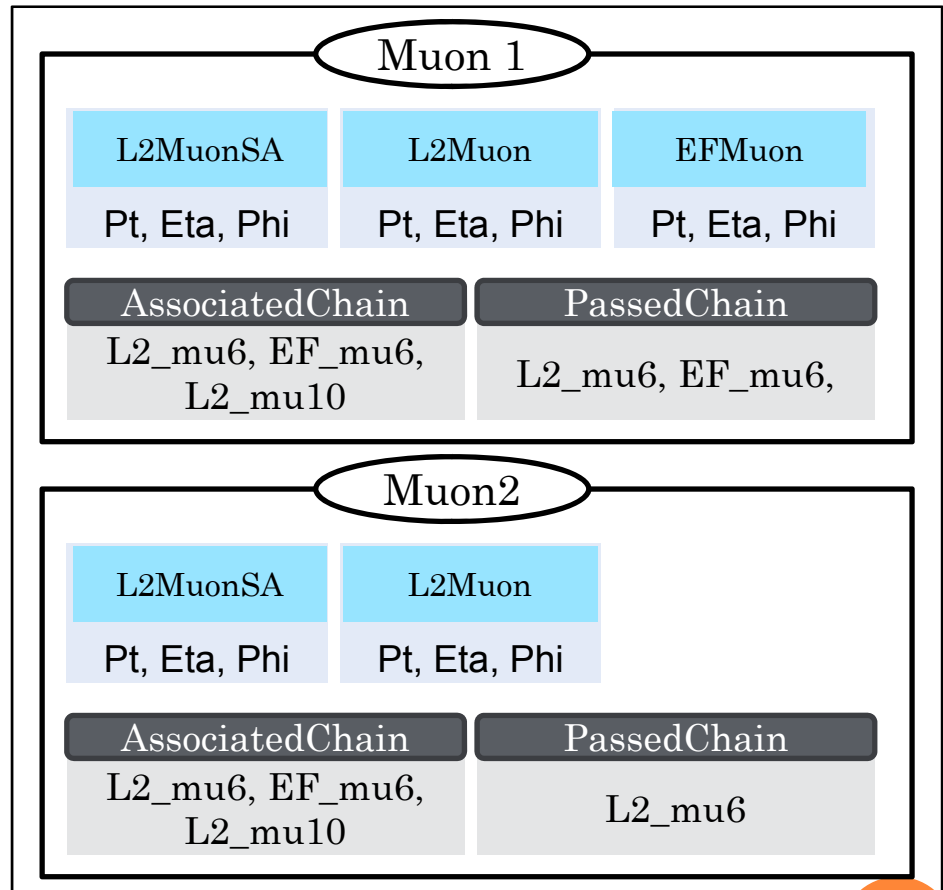
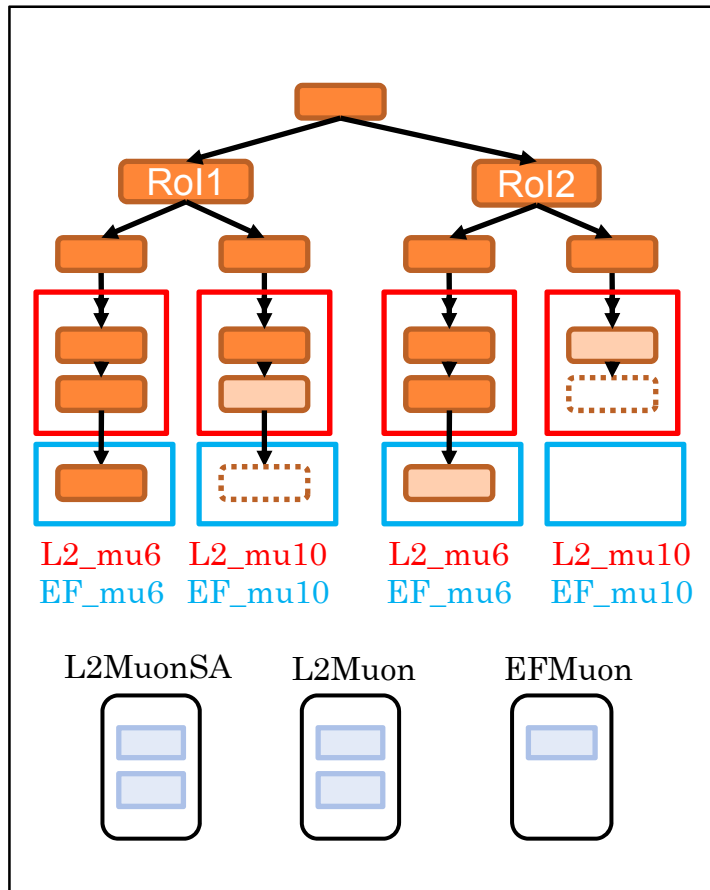
→毎回1.~4.の作業を行う必要がある



→ トリガーのstudyを行うために便利なデータ構造に書き換えて保存するツールをトリガー・メニューの評価のために開発した。

Tool Overview

- ATLASのデータ構造で書かれたAnalysis Objects Data(AOD)のファイルを読み込む
- 必要なデータだけを集めデータ構造を書き換える
- 汎用解析ソフトウェアであるROOTのNtupleファイルとして出力する



ツールによって作られるNtupleの持つデータ構造の特徴は以下の二点である。

- 同一RoIに属するFeatureの変数が1つのObjectにまとめられている(Matching済)
- Object自身がトリガーに関する情報を持っている

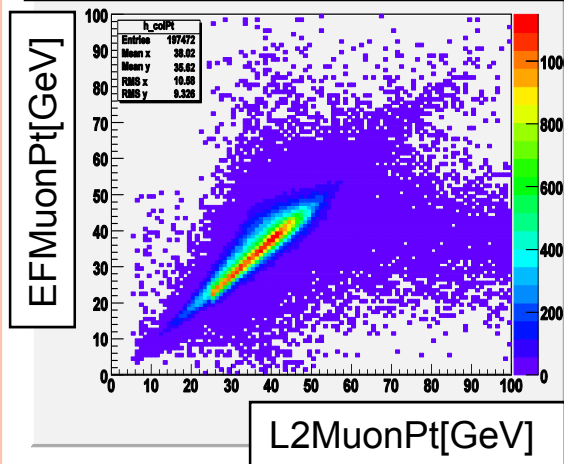
Example (1-1) $Z \rightarrow \mu\mu$ イベントのMCサンプル

Ntupleを用いる利点はROOTを用いて以下の様なプロットを簡単に作ることができる点である

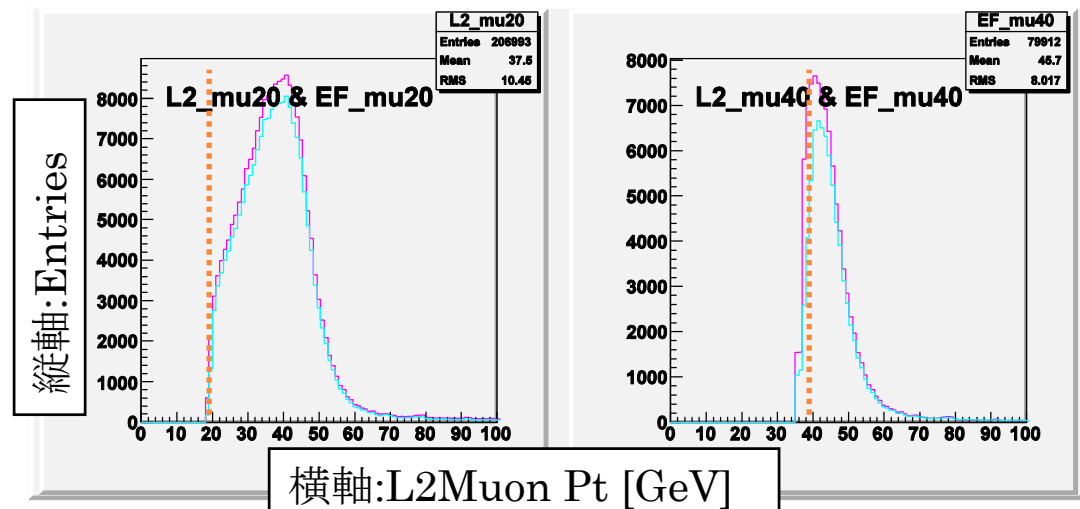
例) EF_mu6 のトリガーを鳴らしたmuonのL2のPtとEFのPtの相関を調べたい

→ `draw(ttree, "L2MuonPt:EFMuonPt", "Muon.isPassed()", "EF_mu6")`

EF_mu6を鳴らしたmuonの
L2とEFのPtの相関



各Thresholdのトリガーを鳴らした
muonのL2でのPtの分布

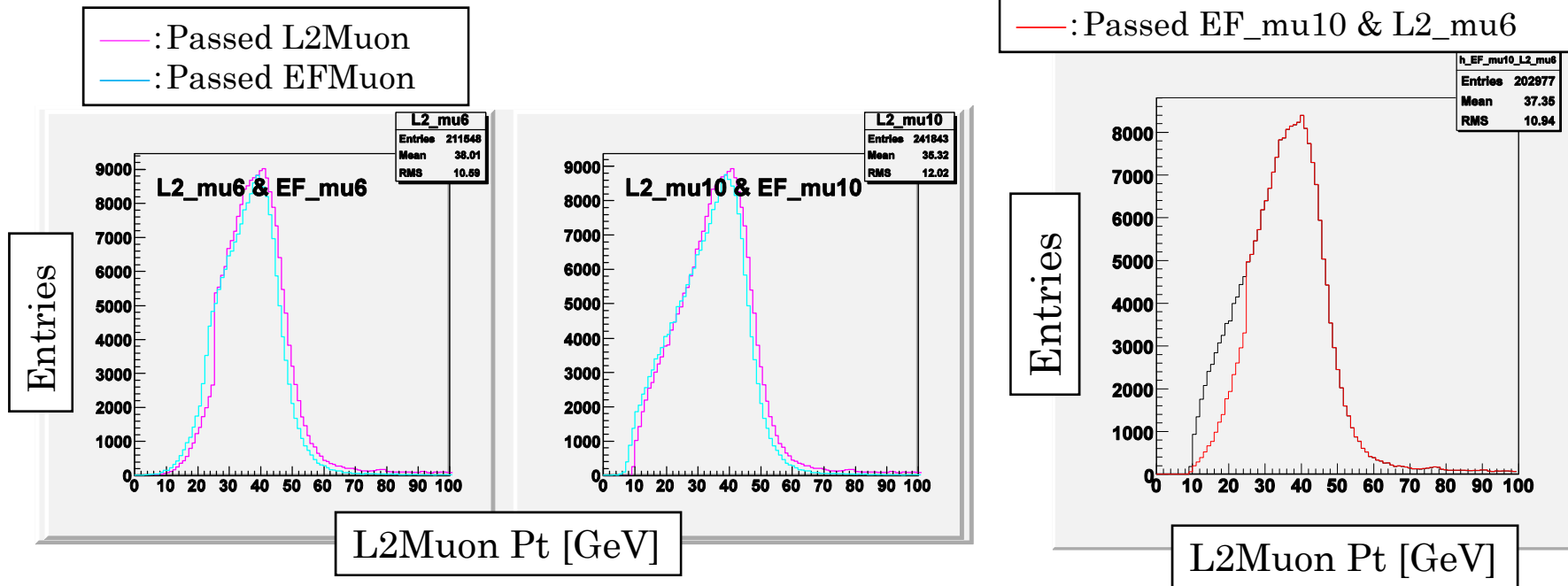


— : Passed L2chain
— : Passed EFchain

- Thresholdに設定されたPtの値でカットがなされているか
- 再構成されたPtの分布がおかしくないか

Example (1-2) $Z \rightarrow \mu\mu$ イベントのMCサンプル

L2, EF の各Thresholdのトリガーを鳴らしたmuonのL2でのPtの分布(Pt分布がおかしな例)



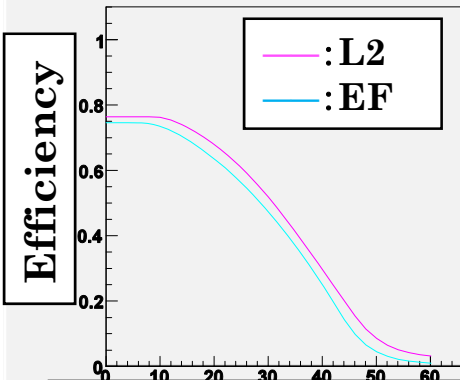
L2_mu6, EF_mu6を鳴らしたMuonのLowPtでのエントリーが少なく不自然である
→ L2のLowPtでのCombineのアルゴリズムに問題があった

ツールは現在Muon, Electron, Jet, Tau, MissingETのRoIに関する基本的な情報 (Pt, Eta, Phi等) だけを保存しているが、将来的にはメニューの評価に必要な変数全てを保存するように変更する。

Example (2) $Z \rightarrow \mu\mu$ イベントのMCサンプル

Trigger Efficiency

Graph



ThresholdPt [GeV]

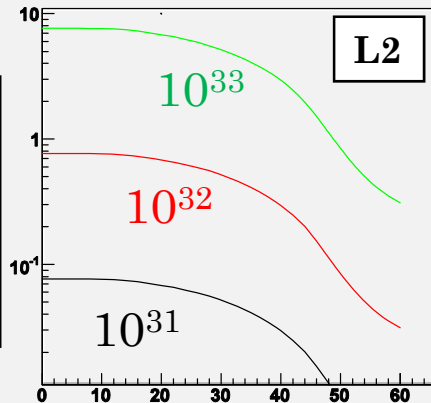
$$\text{Efficiency} = \frac{\text{条件を満たすイベント数}}{\text{全イベント数}}$$

$$\text{Rate} = \text{Efficiency} \times \text{Cross Section} \times \text{Luminosity}$$

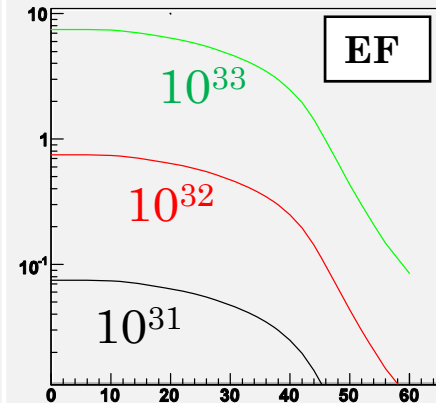
Ntupleに保存されている変数を用いてカットをかけた後に残るイベントの数を数えることで簡単にEfficiencyやRateの見積もりが可能

Trigger Rate

Graph



Graph



ThresholdPt [GeV]

Conclusion

- トリガーに関する研究 (主にトリガー・メニューの評価) のためにATLASのデータ構造から解析用ソフトウェアであるrootで扱いやすいデータ構造に書き換えるツールの開発を行った
- ツールを用いて特定のchainに属するObjectだけのプロットや、同一RoIに属するObjectの異なるstep間での変数の相関などのプロットを作ることができるようになった。
- 将来トリガーのカットの条件を厳しくした際に効率やレートがどの様に変化するか見積もるためのプロットが作成できるようになった。

Plan

- トリガー・メニューの評価に必要な変数を全て保存するようにする。
→どの様な変数を保存するべきかという点で各分野のエキスパートの協力が必要
- Ntupleで作成できるプロット等を利用して、実際にどの様な手法で将来ルミノシティを上げた際のトリガー・メニューの最適化を行っていくかの研究。