

# ヒ格斯粒子探索のための タウ・トリガーの開発

広島大学

岩田洋世

# はじめに

## ➤ 何故タウ・トリガー

ヒグス粒子(特にMSSM)、 $\tau$ への分岐比大

電弱精密測定 ( $\alpha_s$  / Z、 $\alpha_s$ 、W )

SUSY ( $\tilde{\chi}^{\pm}_1$ 、 $\tilde{\chi}^0_1$ 、 $\tilde{\chi}^0_2$  +  $\tilde{\chi}^{\pm}_1$ )

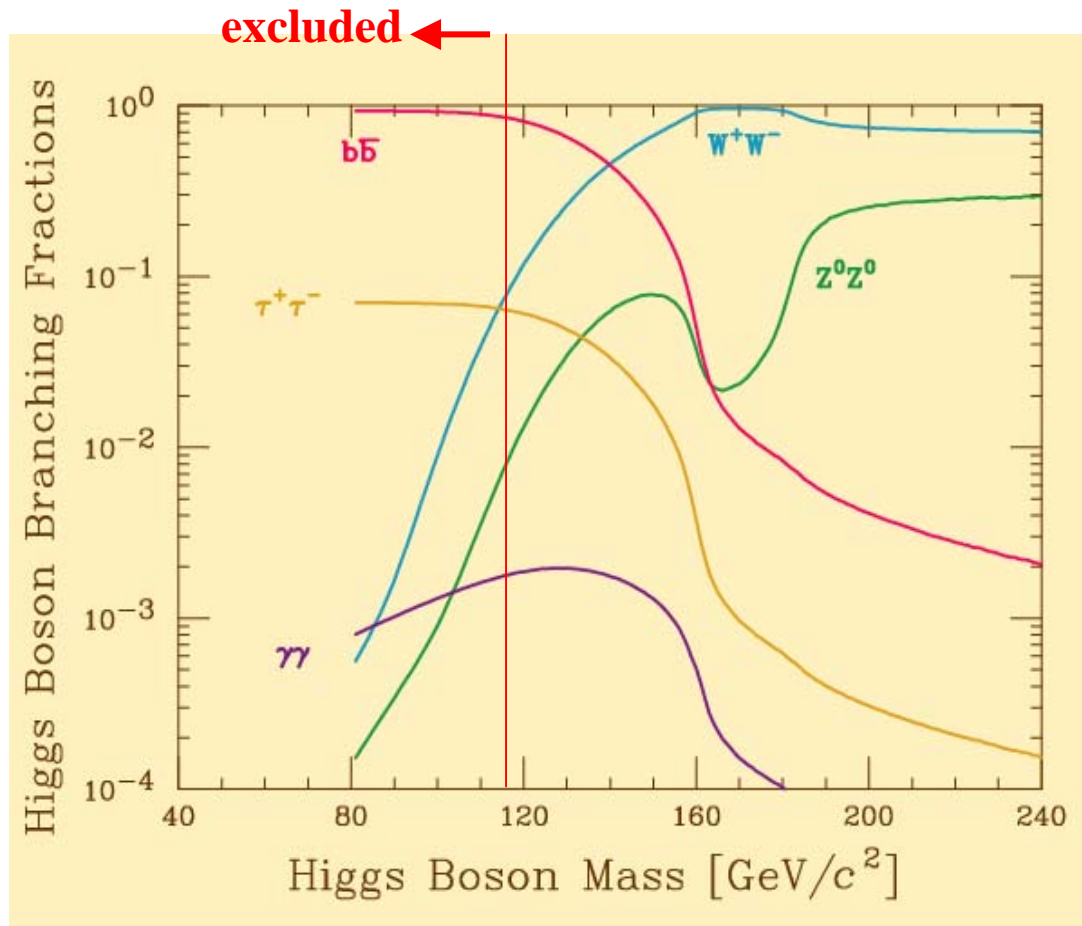
他

## ➤ 可能か？ 技術革新

飛跡検出器：高精度、高速化

DAQ、飛跡計算の高速化

# SMヒグス粒子の崩壊



▶  $M_H \gtrsim 135 \text{ GeV}/c^2$

主に  $b$  対へ崩壊

へ  $4 \sim 7\%$

第3位

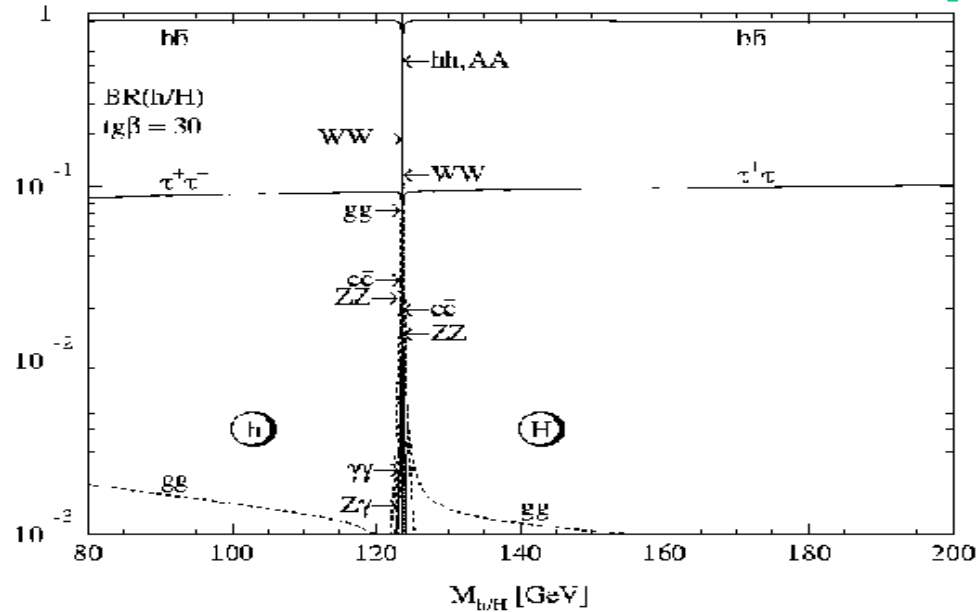
▶  $M_H \gtrsim 135 \text{ GeV}/c^2$

主に  $W$  対へ崩壊

へ  $< 4\%$

第4位

# MSSMヒグス粒子の崩壊



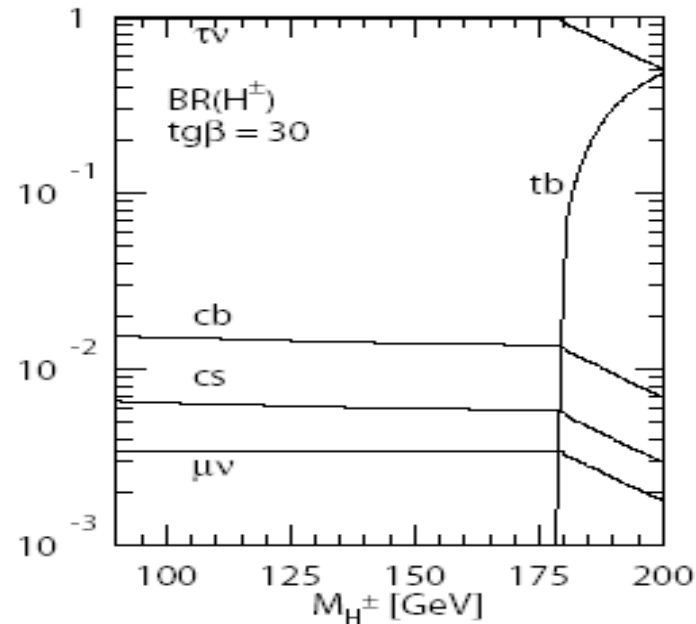
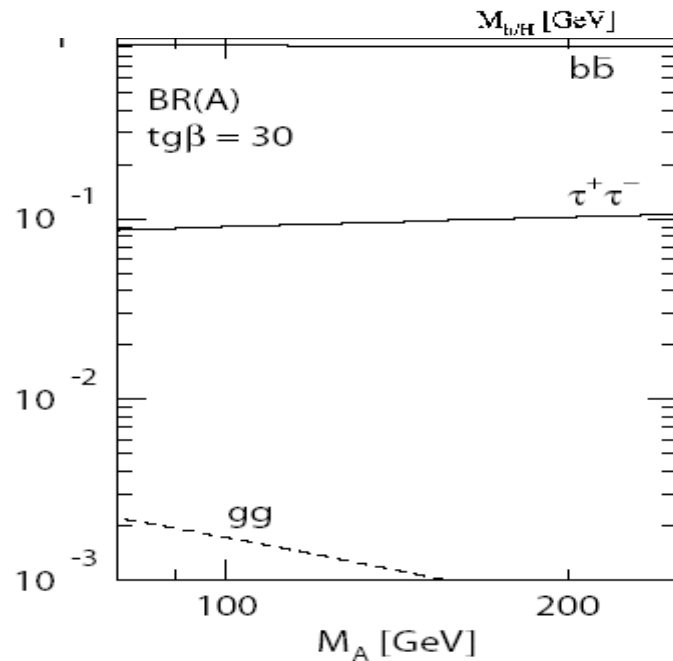
➤ 中性ヒグス粒子

10% へ崩壊

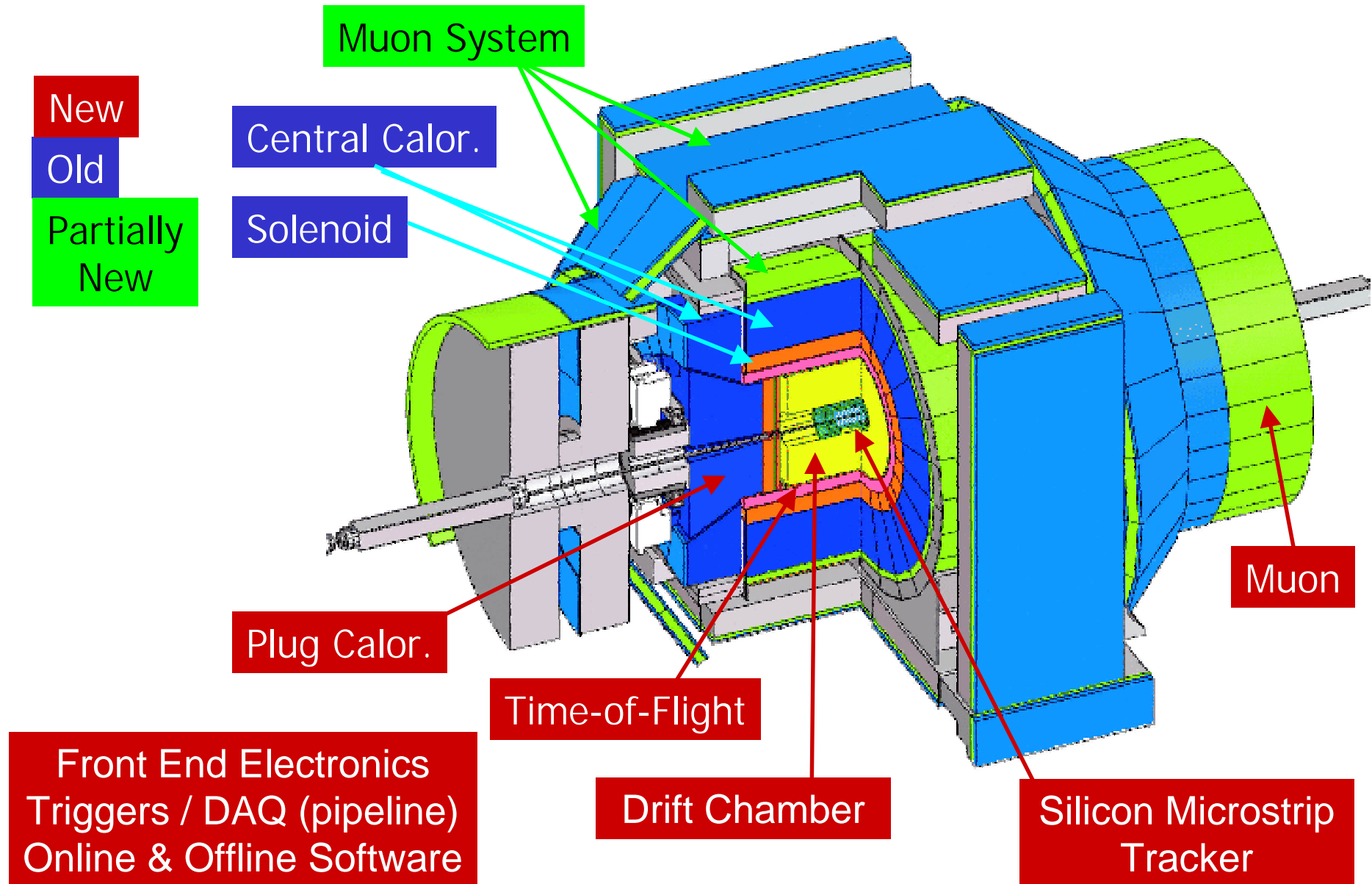
➤ 荷電ヒグス粒子

$\tan\beta$  大のとき ~ 100%

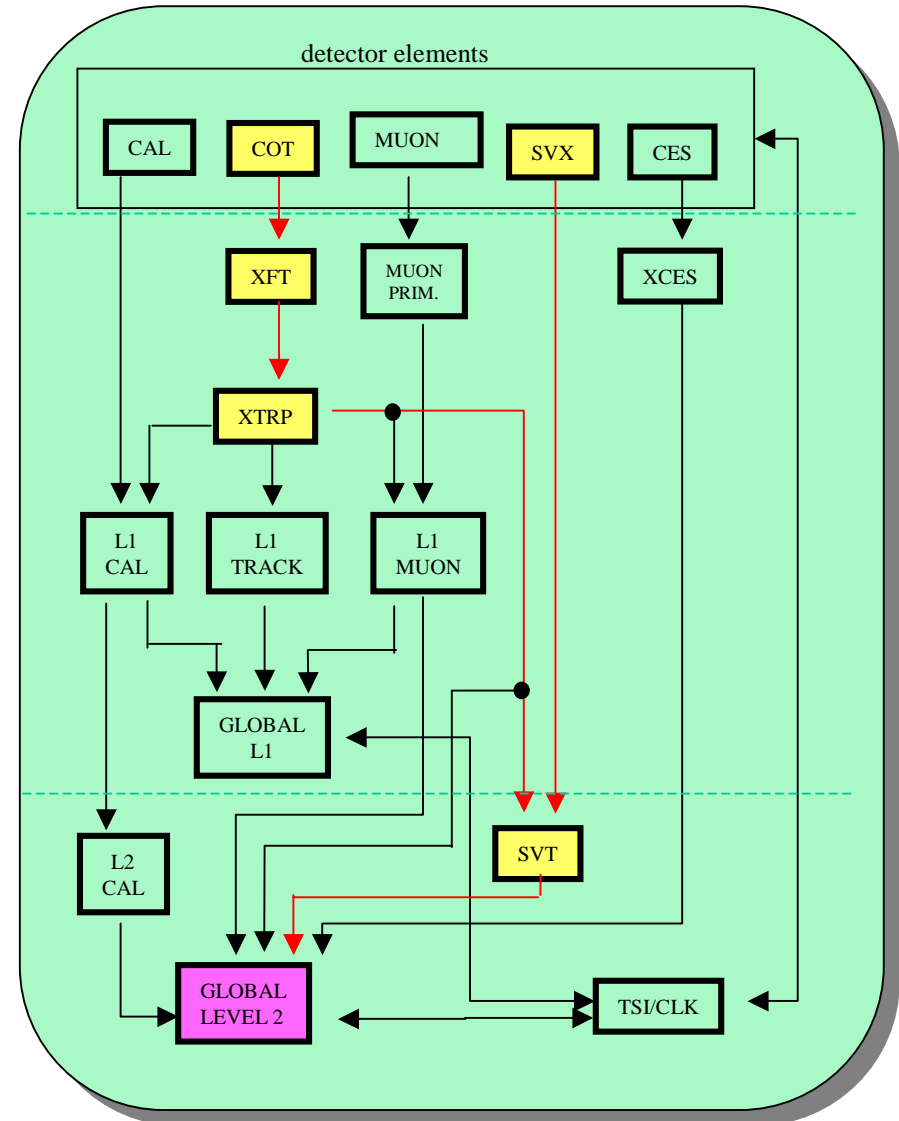
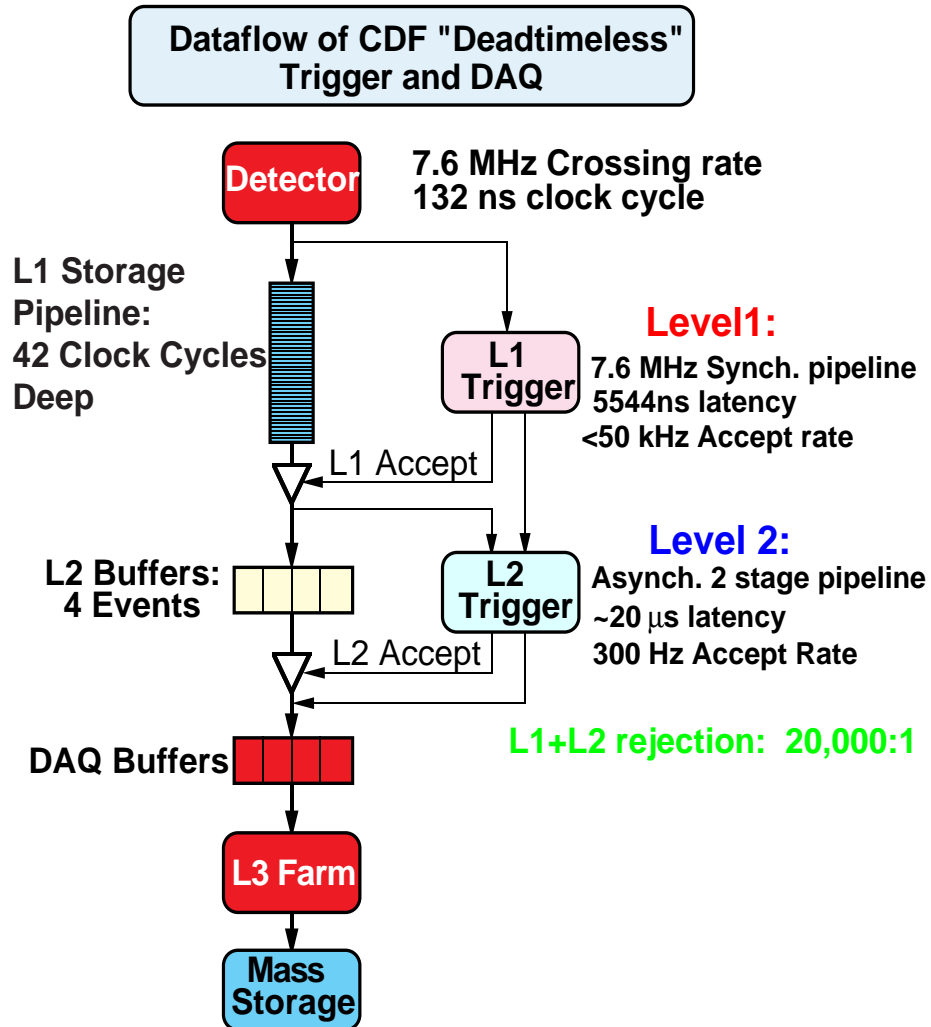
へ崩壊



# CDF 検出器



# CDF トリガーシステム



# タウ粒子識別

## ➤ タウ粒子候補

seed tower を見つける

カロリメータクラスターを作る

クラスター近辺にseed trackを探す

seed track周りのコーン(0.5)中のトラックを集める

seed track周りのコーン(0.5)中の  $\pi^0$ を集める

= calo cluster + track cluster +  $\pi^0$ 's inside cone

## ➤ カット

コーンの中にトラック、 $\pi^0$ なし

$|seed\ track\ Z_0| < 60\ cm$

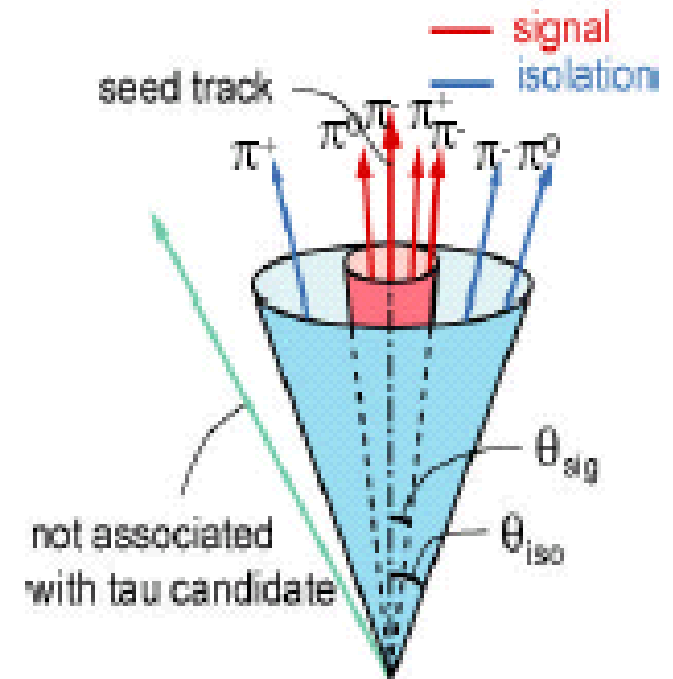
$M(track + \pi^0) < 1.8\ GeV/c^2$

$M(calo) < 3\ GeV/c^2$

カロリメータ孤立  $Iso_{0.4} < 3\ GeV$

$Iso_{0.4R} < 0.1$

$e, \mu$



## di- トリガー

- L1: 2本の高 $p_T$ トラックかつ高 $E_T$ ジェット
- L2:
  - 2 × 孤立XFTトラック ( $10^\circ < \theta < 30^\circ$  に他のトラックなし)
  - 2 × 中央ジェットクラスター  $E_T > 10 \text{ GeV}$
  - 2 × クラスターとトラック接続:  $\theta < 30^\circ$L2 rate ~ 40 nb
- L3: TauFinderModule  
L3 rate ~ 5nb



# レプトン + トラック トリガー

## ➤ Central $\mu$ + トラック

L1:  $\mu$  が XFT トラック ( $p_T > 4 \text{ GeV}/c$ ) を持つ

L2: 他に XFT トラック ( $p_T > 5 \text{ GeV}/c$ )

孤立 XFT トラック ( $10^\circ < \theta < 30^\circ$  にトラックなし)

L2 rate  $\sim 20 \text{ nb}$

L3: L2 を確認、コーンで孤立トラック

L3 rate  $\sim 2 \text{ nb}$

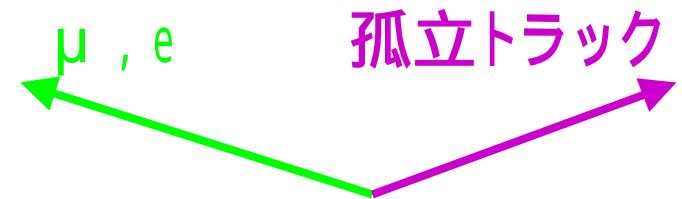
## ➤ Central $\mu$ extension + トラック

同上

## ➤ $e$ + トラック

L1: CEM  $E_T > 8 \text{ GeV}$  & XFT トラック  $p_T > 8 \text{ GeV}/c$

他  $\mu$  + トラックと同じ、L3 rate  $\sim 5 \text{ nb}$



# $\cancel{E}_T$ + トラック トリガー

➤ L1: 高 $E_T$ ジェット

➤ L2:

$\cancel{E}_T > 20 \text{ GeV}$

孤立XFTトラック ( $10^\circ < \theta < 30^\circ$  に他のトラックなし)

中央ジェットクラスター  $E_T > 10 \text{ GeV}$

クラスターとトラック接続:  $\theta < 30^\circ$

L2 rate  $\sim 40 \text{ nb}$

➤ L3: TauFinderModule

# Run データによる IDテスト

• W

67 pb<sup>-1</sup>

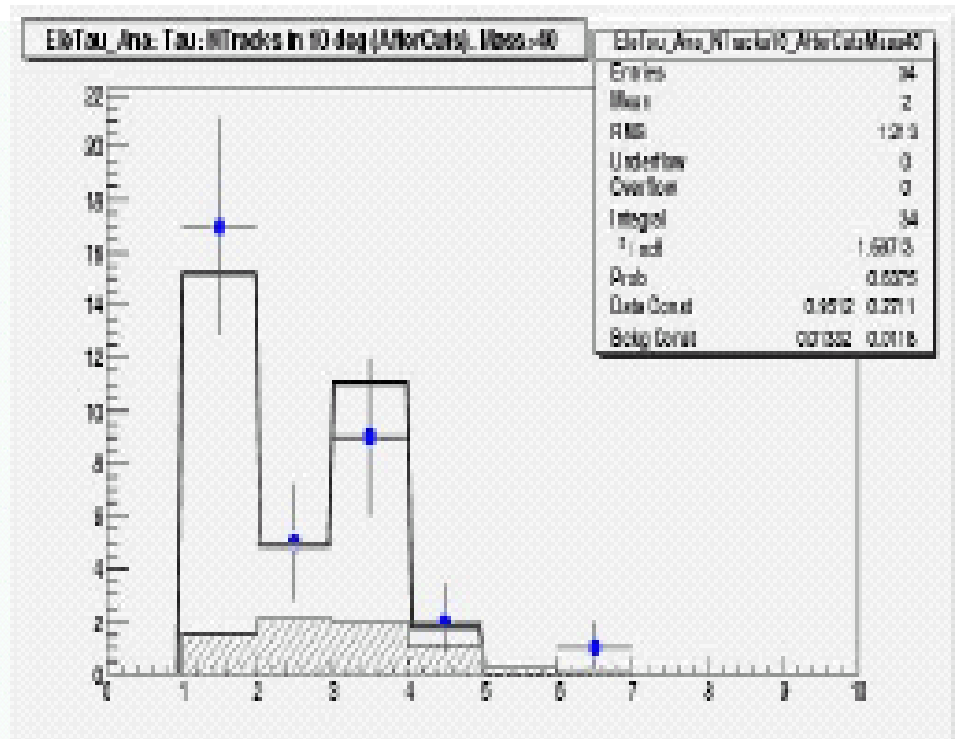
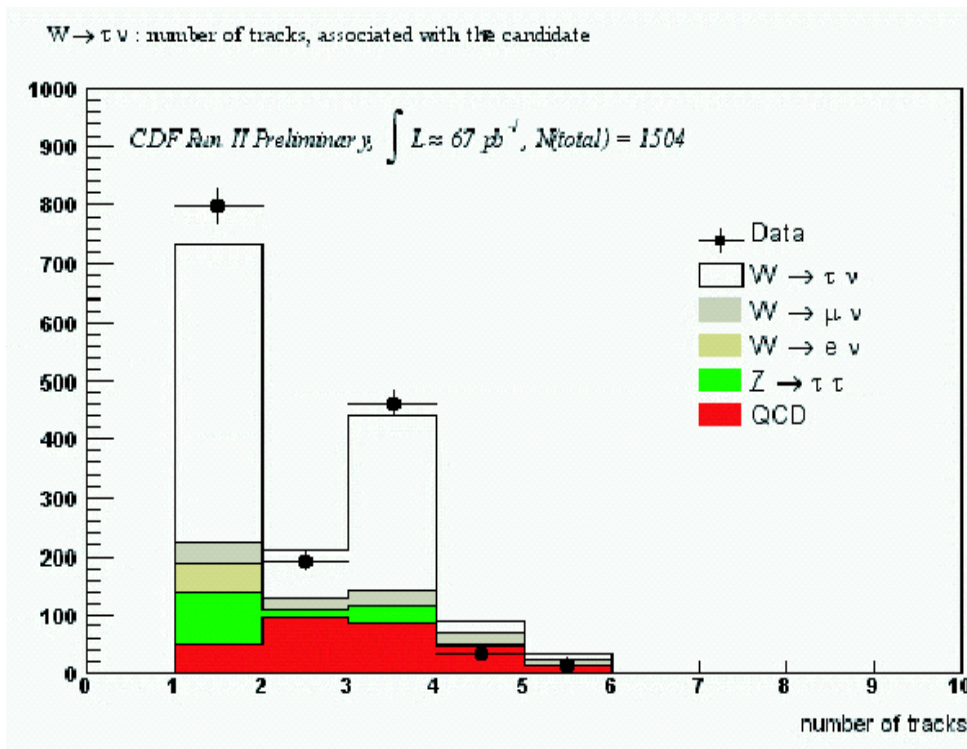
効率: 1.3%

• Z

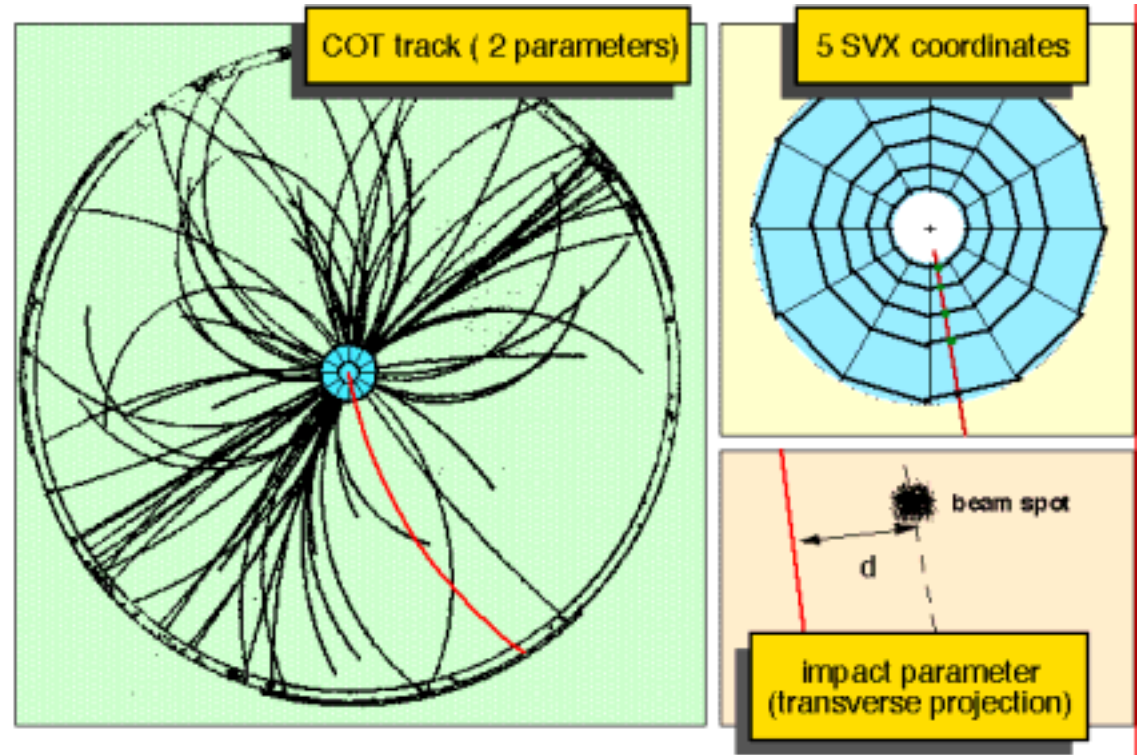
had e

20 pb<sup>-1</sup>

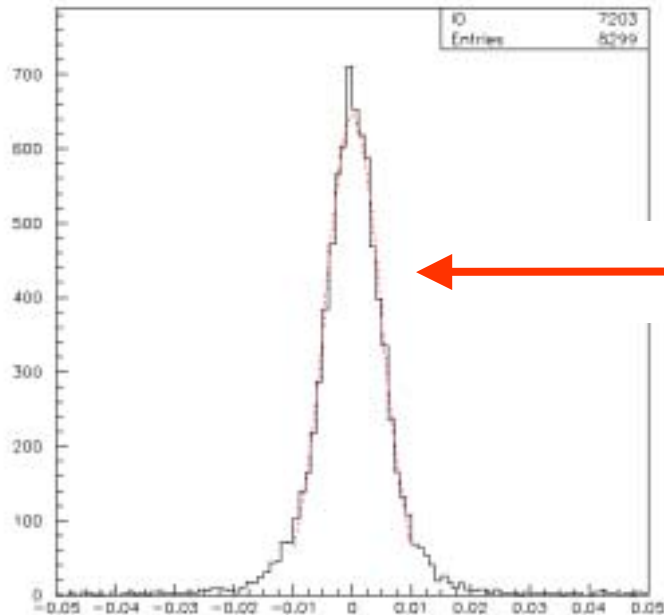
効率: 3%



# 高精度トラッキング



Impact parameter 分布



$\sigma \sim 48 \mu\text{m} \sim 35 \mu\text{m} \oplus 33 \mu\text{m}$

← SVT 分解能      ← ビームの大きさ

# 娘粒子のimpact parameter

## シミュレーション

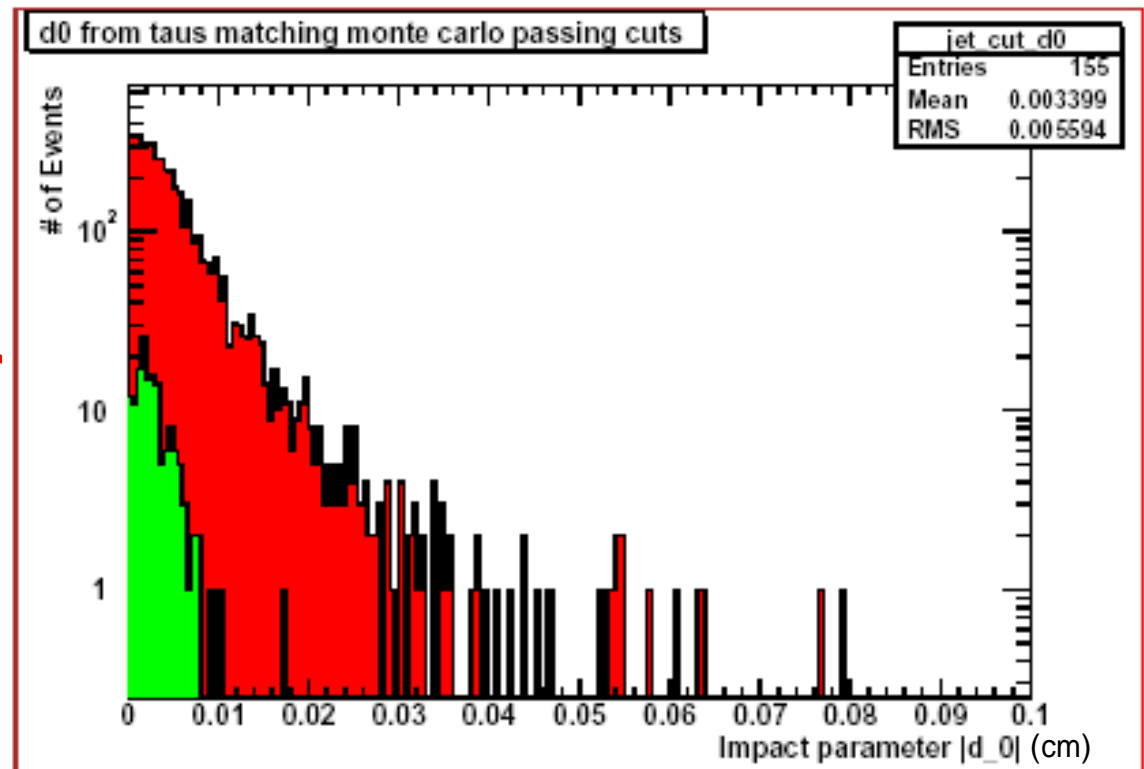
$p\bar{p}$   $t\bar{t}$   
 $t$   $W^+ b$ ,  $\bar{t}$   $W^- \bar{b}$   
 $W^+$   $u\bar{d}$ ,  $W^-$   $\tau\bar{\nu}$

タウジェット

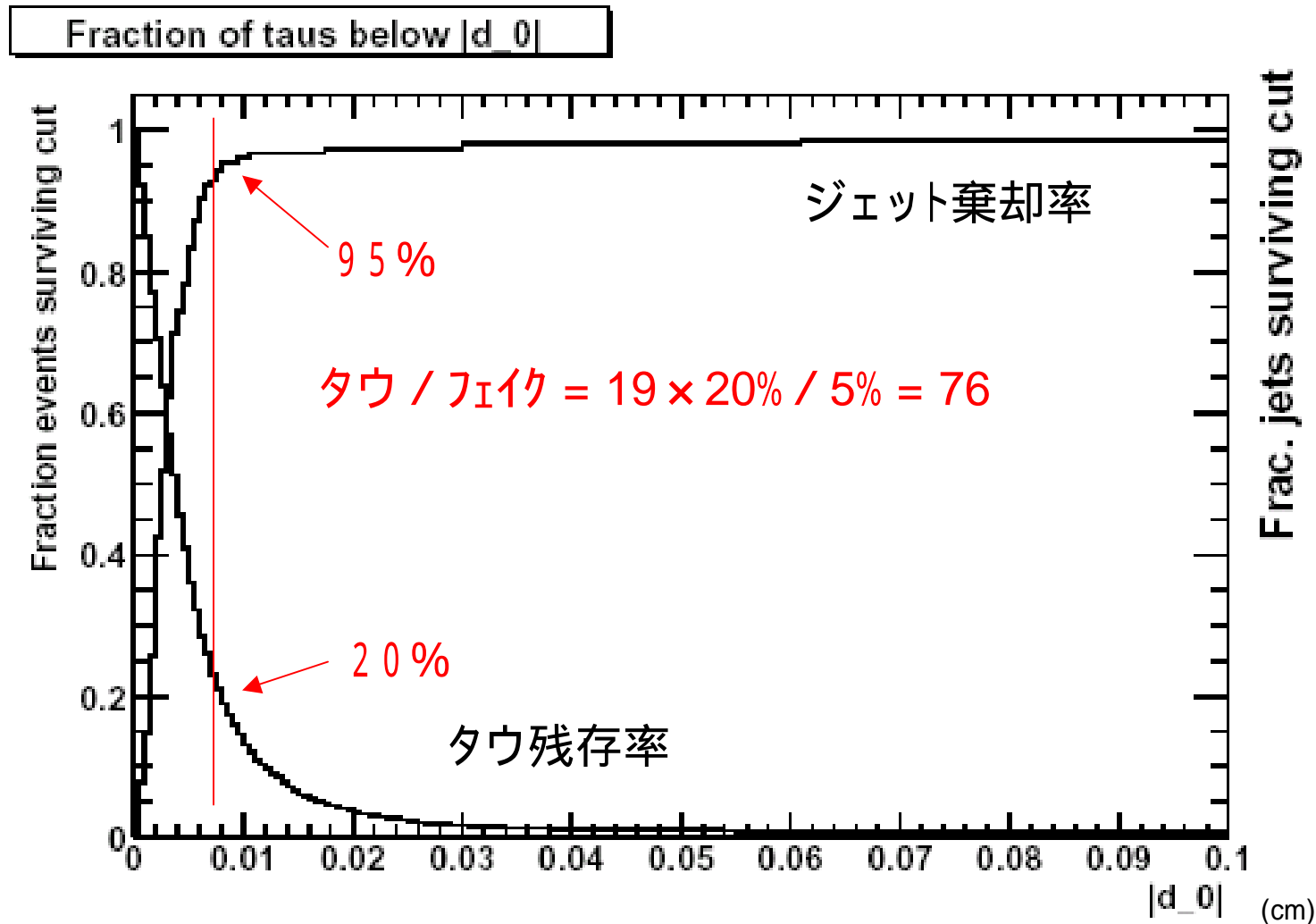
軽クォークジェット

## タウ粒子識別

タウ / フェイク = 19



# Impact parameter カットによる残存 / 棄却率



# 荷電ヒグス粒子探索に有効か？

➤  $t \bar{t} \quad W^+ b \quad H^- \bar{b}$

➤ CDF Run (106 pb<sup>-1</sup>) このモードで4事象の

タウ・トリガー無し、inclusive lepton  $E_T > 20$  GeV,  $p_T > 20$  GeV/c

効率: 0.9%

信号: 1事象、background: 3事象

➤ Run a (2 fb<sup>-1</sup>) 信号 39事象以上期待(予想)

タウ・トリガー導入、threshold低い8 GeV

効率: 1.3%

荷電ヒグス粒子が無い場合、Wの崩壊での 39事象

impact parameter カット 信号8事象

荷電ヒグス粒子が存在すれば、 増加

## まとめ

- タウ・トリガー、CDFで実現
- impact parameter、粒子IDに利用可
- Run データ ( $130 \text{ pb}^{-1}$ ) の物理解析始まる
- タウ・トリガー効率向上を期待
- ATLASにもタウ・トリガーが必要

