

# ATLAS実験における b-jet同定性能を実データから推定する方法の開発

---

Kuno and Yamanaka Lab. year-end meeting 2007/12/25

Yamanaka Taku Lab.

Minoru Hirose

# ATLAS実験とは？

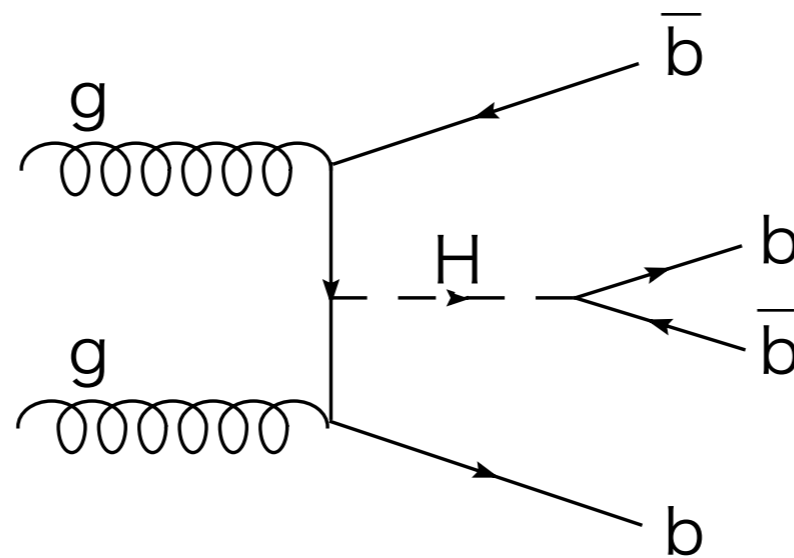
---

- LHC(Large Hadron Collider)を使って行われる実験の一つ
  - ▶ LHC : proton-proton のColliderで、重心系のEnergyは14TeV
- ATLASは汎用検出器でbeyond SMの発見やelectroweak symmetry breakingのメカニズム解明を期待されている



# btagとその性能測定は何故必要？

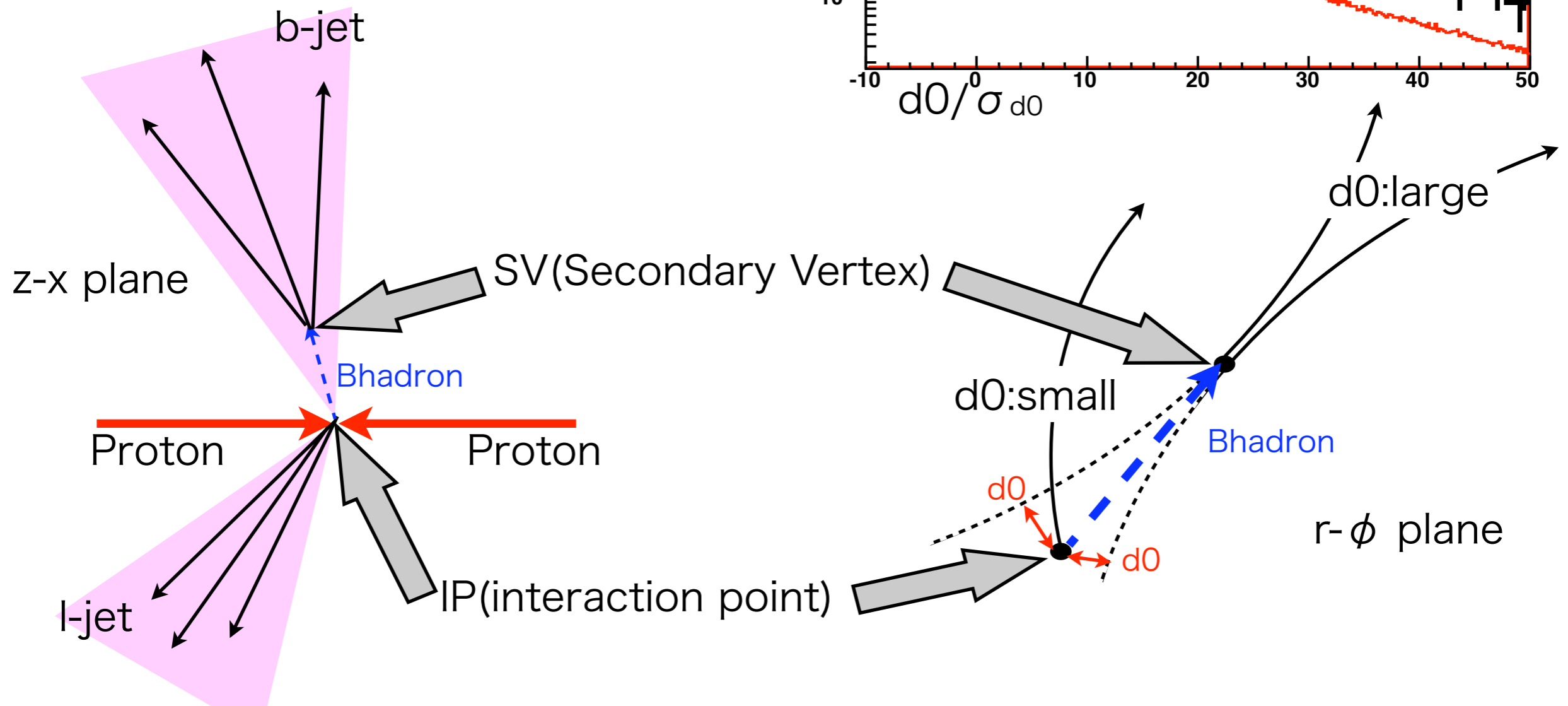
- 終状態にb-quarkを含む軽いHiggs, SUSY粒子探索
  - ▶ b-jet同定(btagging)が不可欠！



- btaggerの性能(efficiency, fake rate)を測定したいが、jetのflavorが精度よく分かるサンプルがこの世にはない
  - ⇒現存する性能を測定する方法はMCに頼っている
  - なるべくMCに頼らない方法でこれを測定したい

# b-jet同定 (btagging) とは？

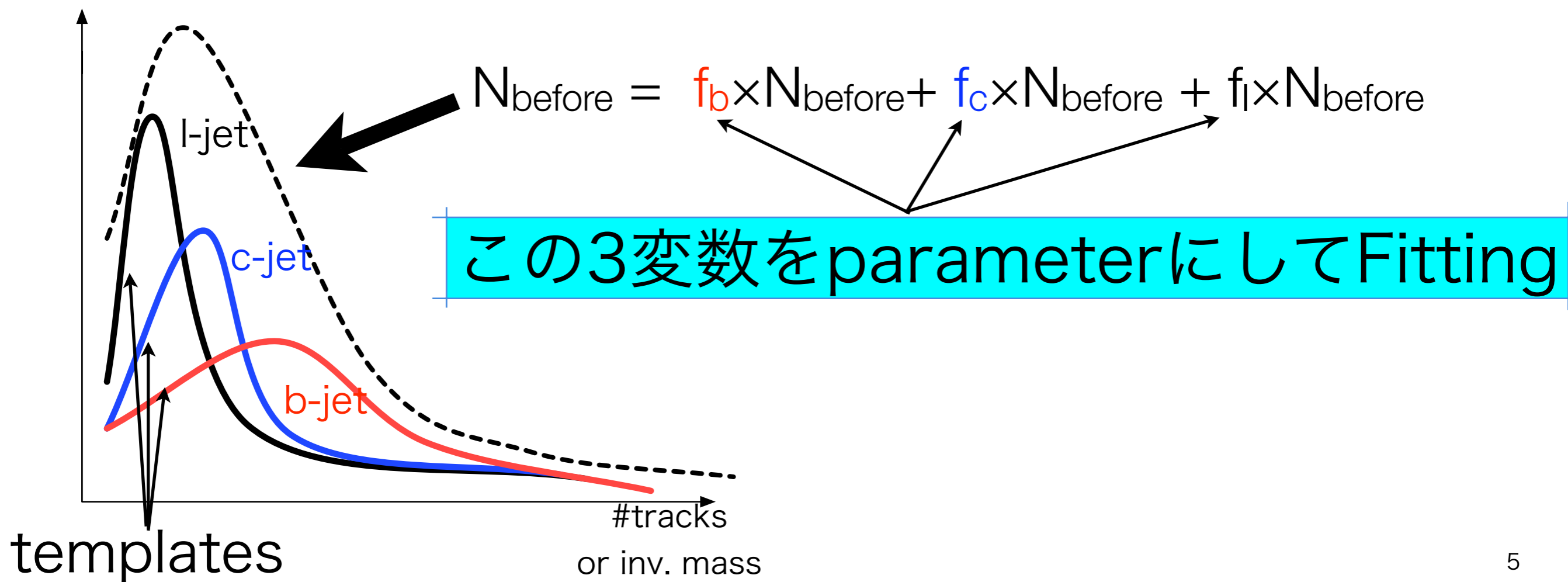
- b,c,l-jetをその特徴の違いから  
区別をつけること
- ⇒ b-jet (b-quarkが起源)
- c-jet (c-quarkが起源)
- l-jet (u,d,s,gluonが起源)



# btaggerの性能を求めるには？

- efficiency, fake rateを求めるには、  
あるjetの集合の中にあるjetのflavorの割合が分かればよい

⇒b, c, l-jetで分布の形に違いが出るものを利用する(templateを作る)  
(example : invariant mass , track multiplicity ...)

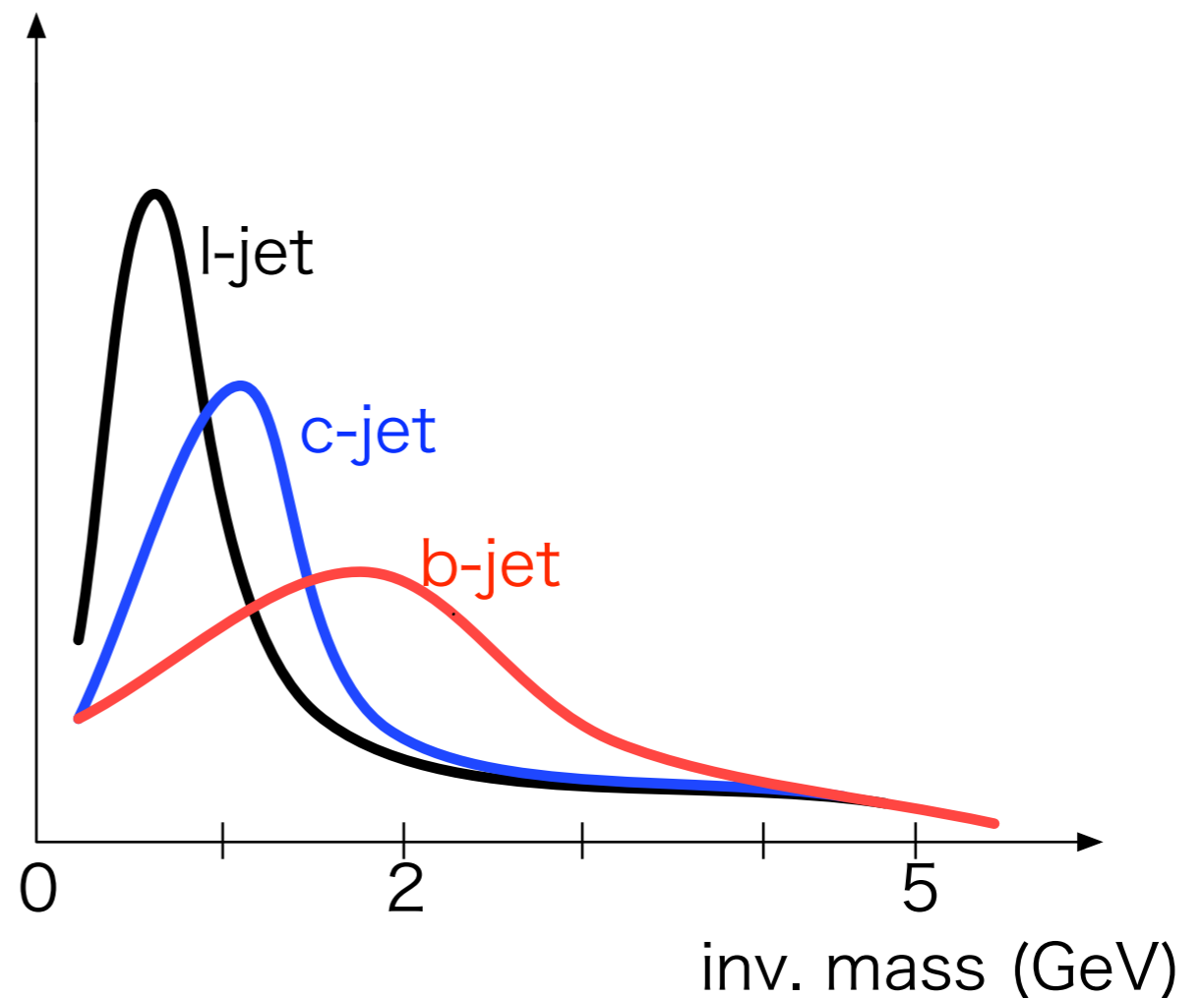


# 何故 track multiplicity や invariant mass分布か？

- track multiplicity (◁今回はこちらでtemplateを作る)
  - ▶ hadron化したあとの粒子の寿命の平均は  $\tau_b > \tau_c$  の順に長い
  - ▶ bhadron > chadron > 軽いハドロンの順にIPから離れたtrackが多い
  - ▶ d0Significanceの大きいtrackを数えればb,c,l-jetで違いができる

- invariant mass
  - ▶ jet中のtrackで invariant massを組む
  - ▶ 最大で親の粒子のmass程度まで分布するため違いができる。

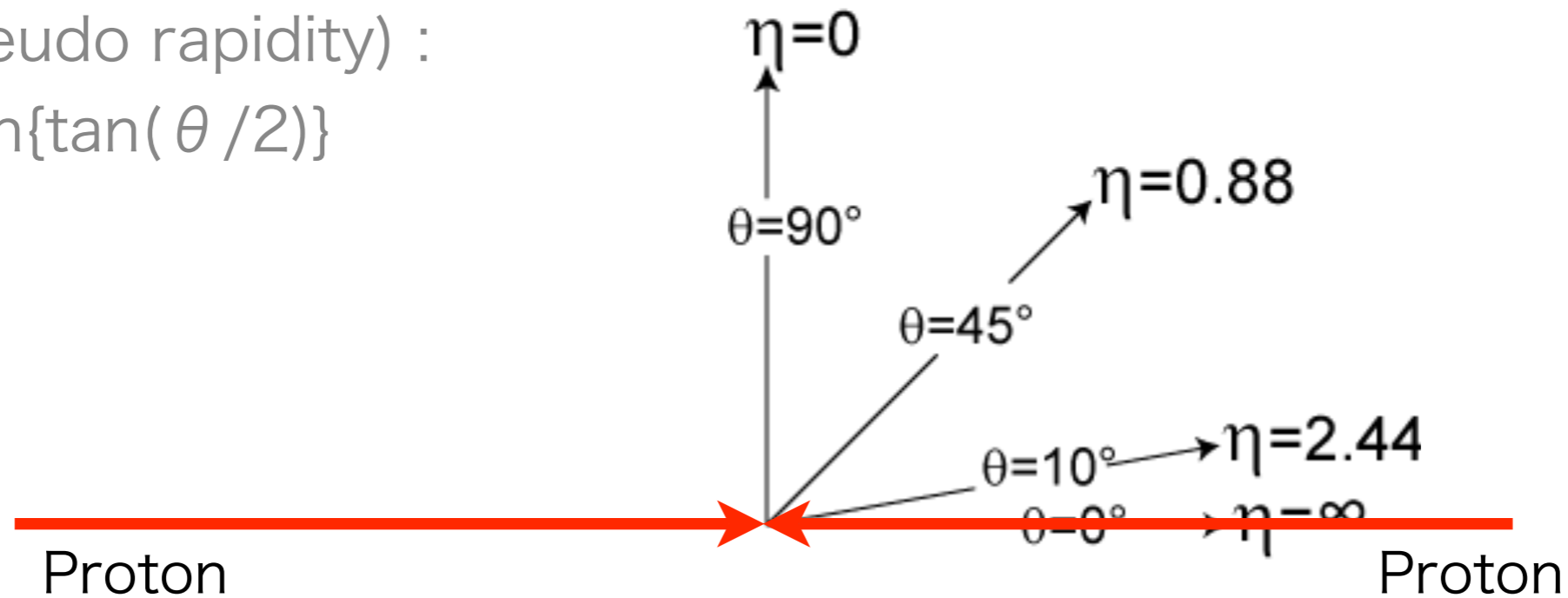
▶ mass : bhadron ~5GeV  
chadron ~2GeV



# 高エネルギーCollider実験で使うparameter

- Eta (pseudo rapidity) :

$$\eta = -\ln\{\tan(\theta/2)\}$$

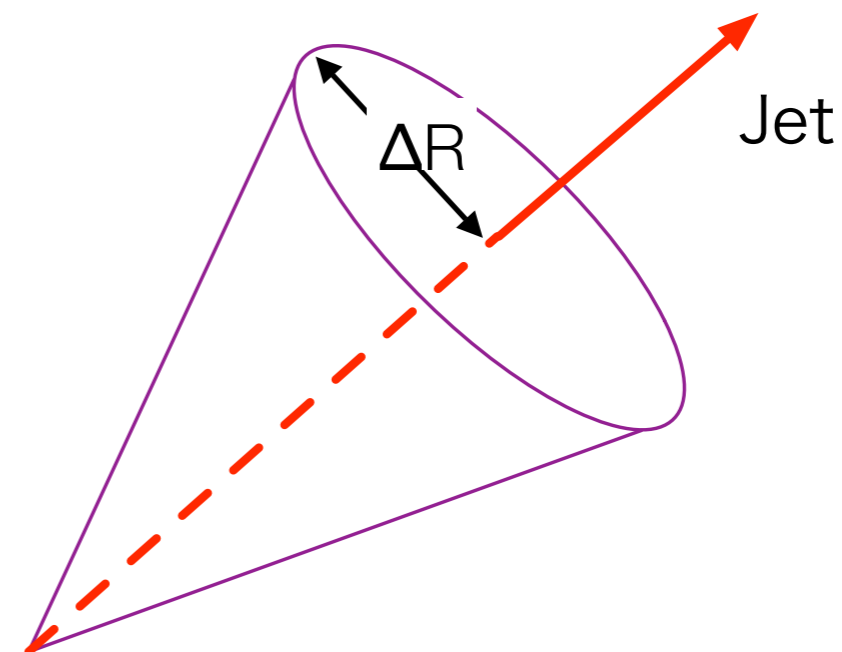


- $\Delta R$  :

$$\Delta R = \sqrt{(\Delta \eta)^2 + (\Delta \phi)^2}$$

あるJetやtrackのなす角度に相当

あるJetの周りに $\Delta R$ が一定の面を書くとイメージ的には円錐になる



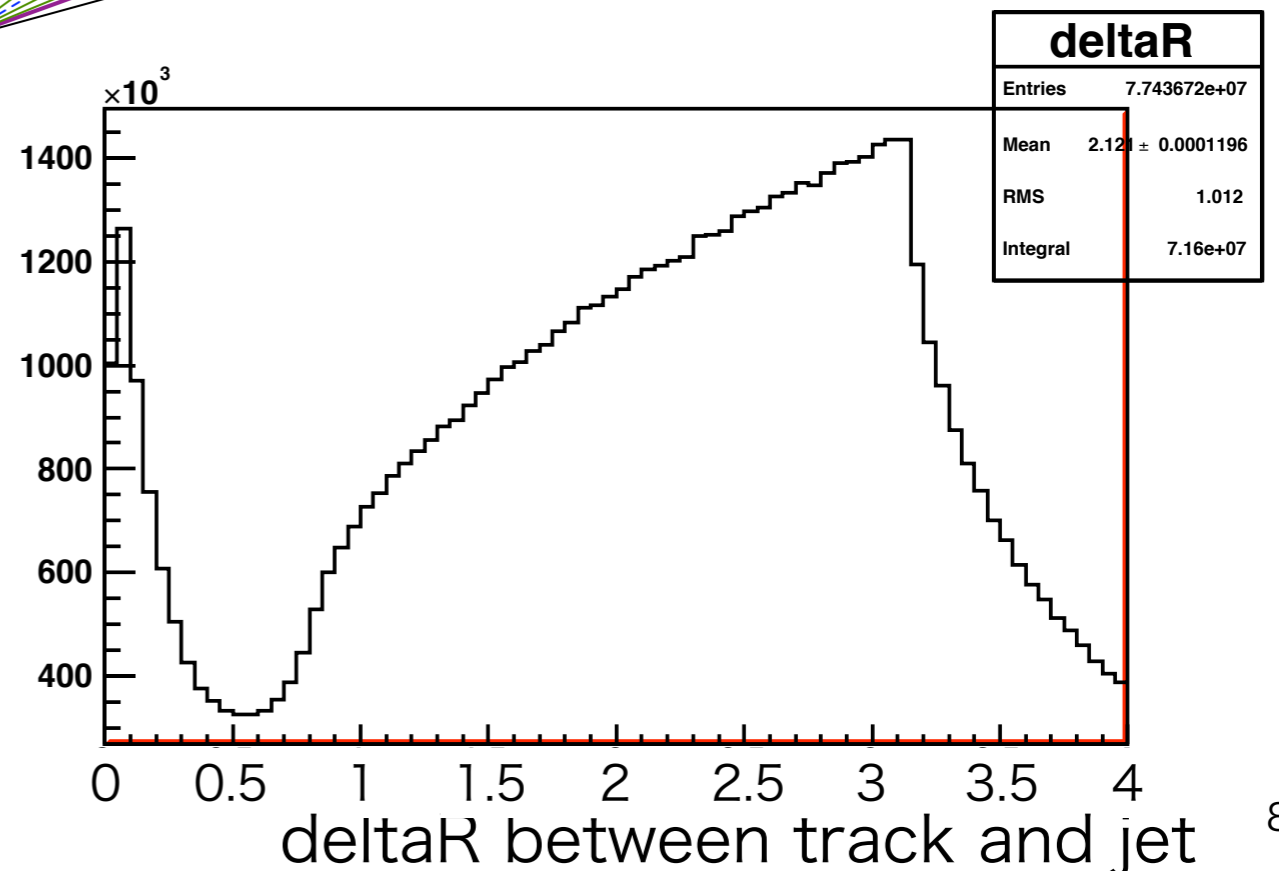
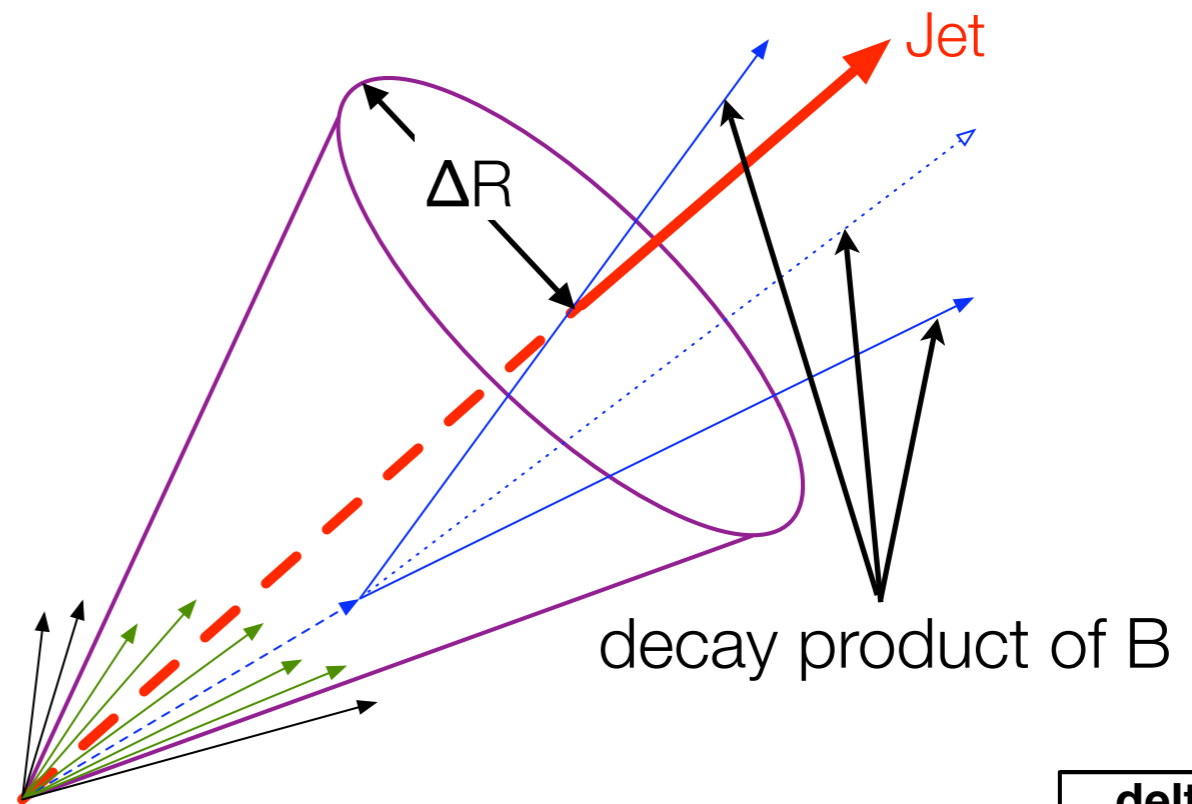
# Making the number of tracks templates

- Track Selection

- ▶ Jetとtrack間のdeltaR < 0.4
- ▶ d0Significance > 3

- ▶ その他に良いtrackを選ぶ為のCut

- Track Pt > 1.0GeV
- number of hitting Pixel  $\geq 2$
- $\chi^2/Ndf < 2$

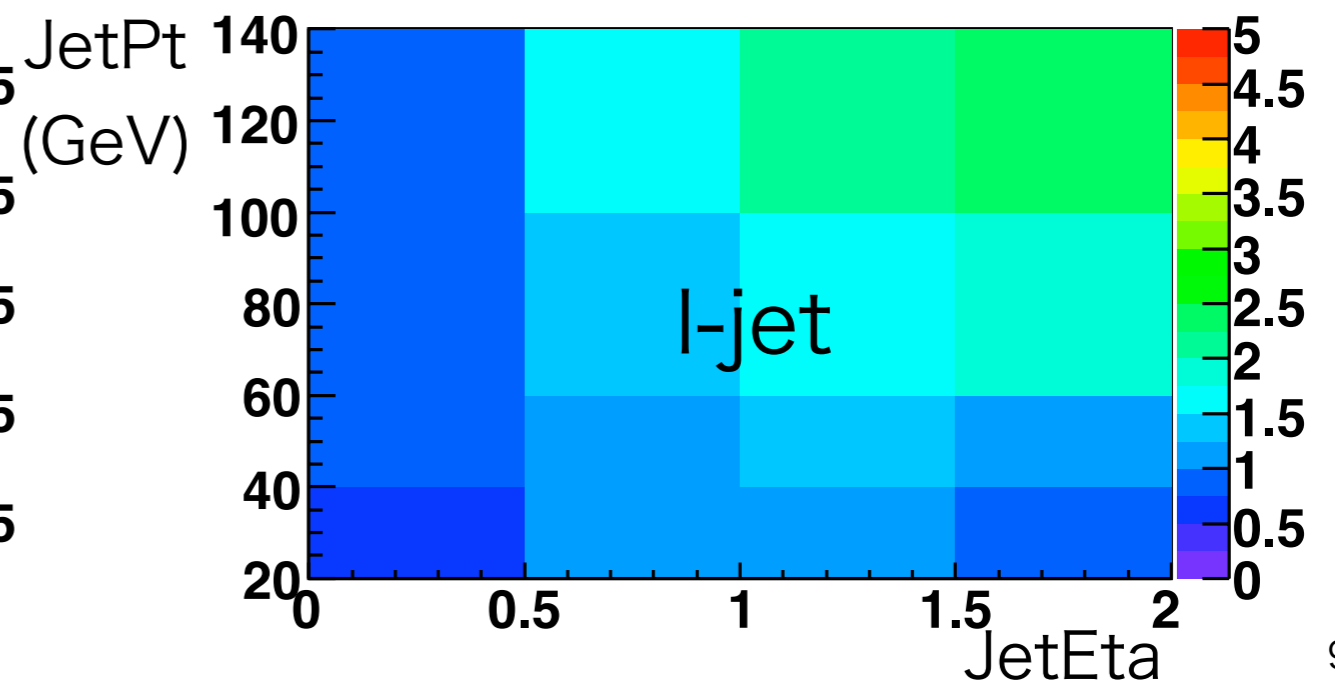
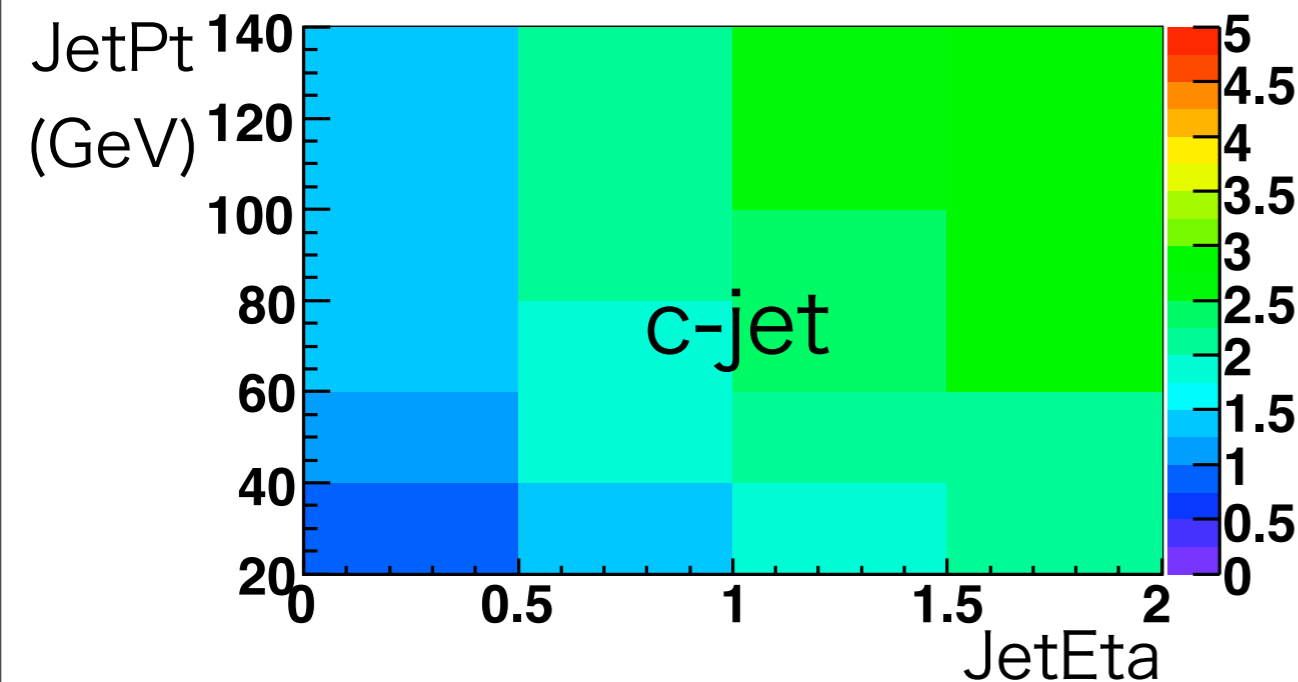
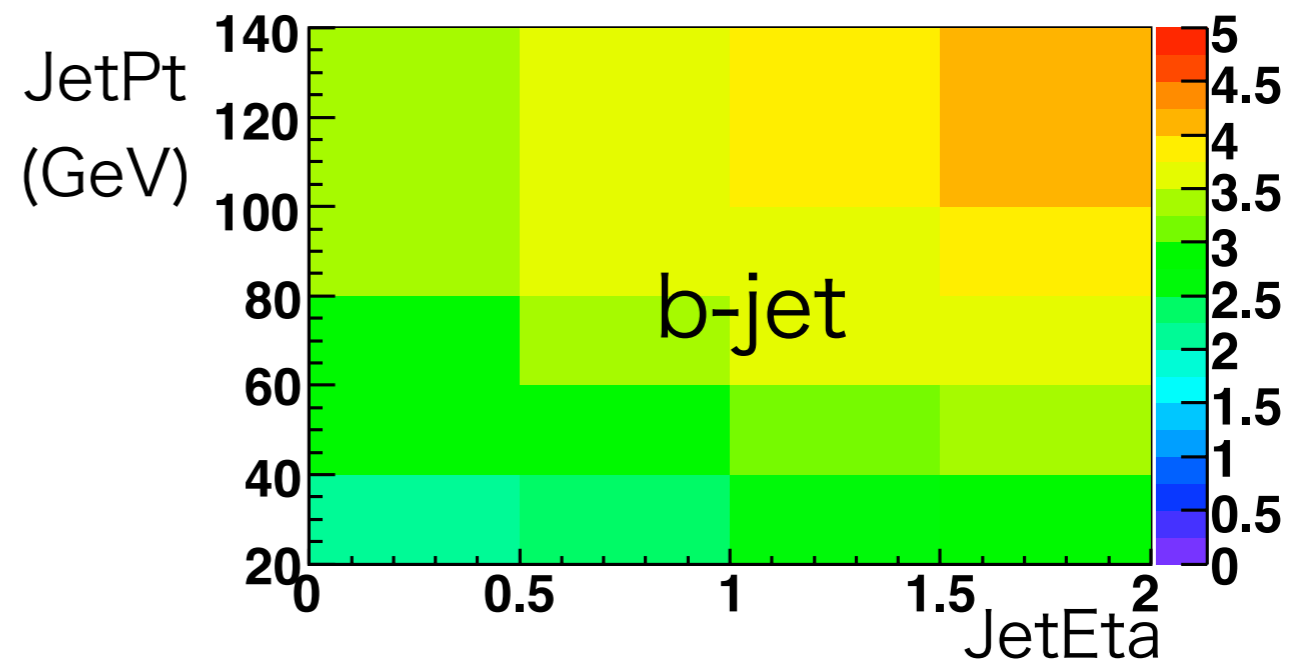
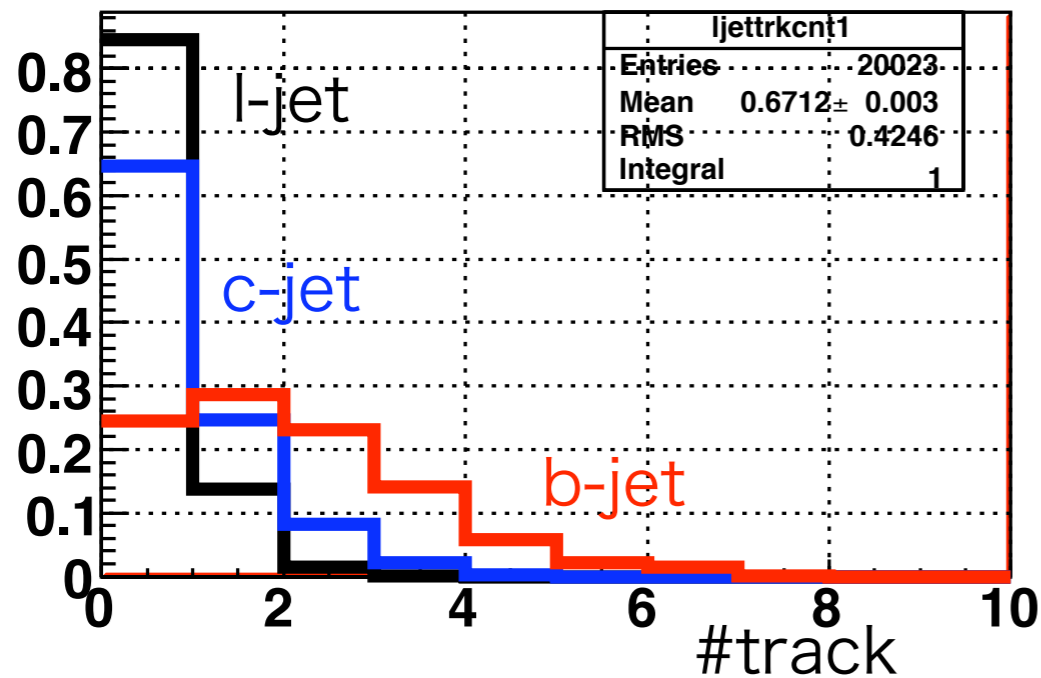


IPから来ていない  
Jet中のtrackを数えた



# 得られたtemplateとそのJetPt, Eta依存性

- 2次元plotのz軸はそれぞれのtemplateのtrack数の平均値
  - ▶ Eta, Pt  $\Rightarrow$  large  $\Leftrightarrow$  the number of tracks  $\Rightarrow$  large

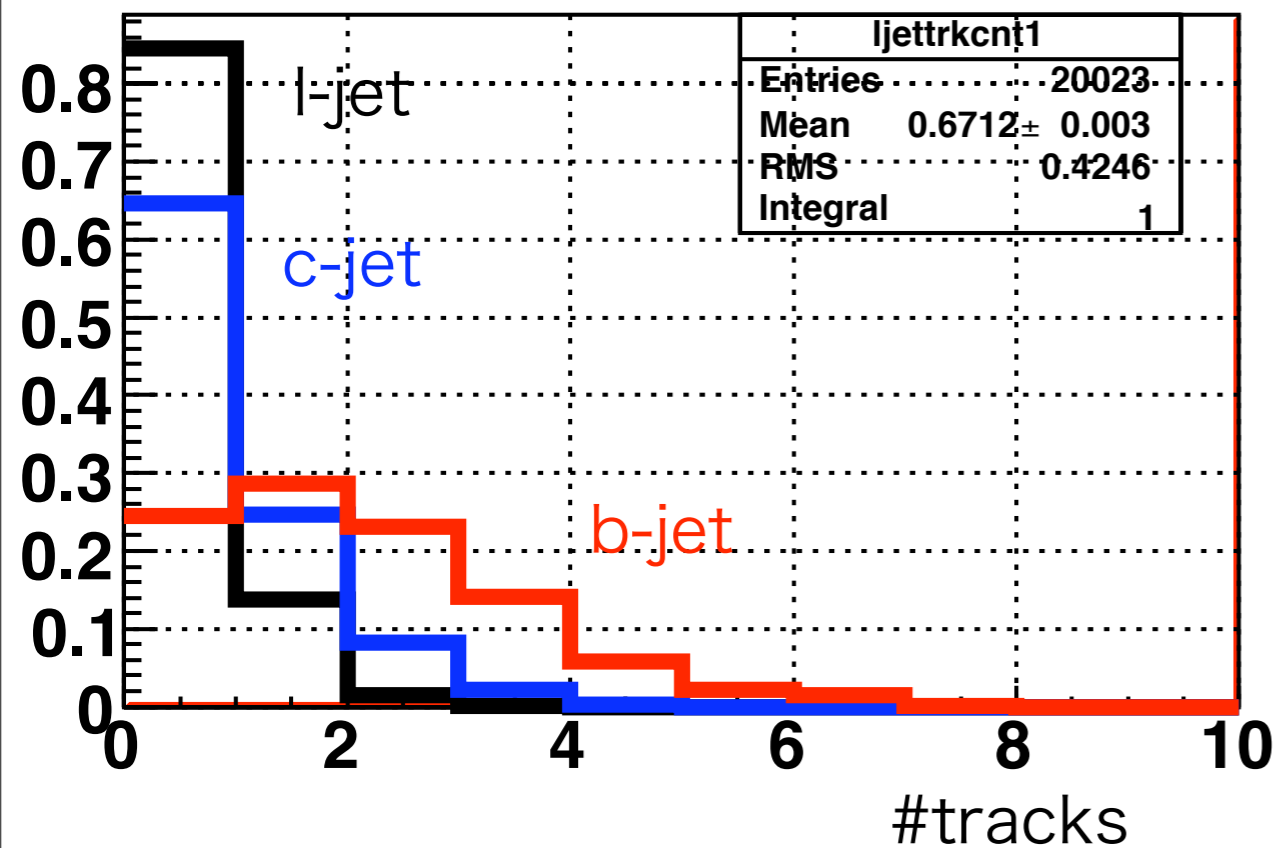


# Fitting result ( $20 < \text{jetPt} < 40 \text{ (GeV)}$ && $|\text{Eta}| < 0.5$ )

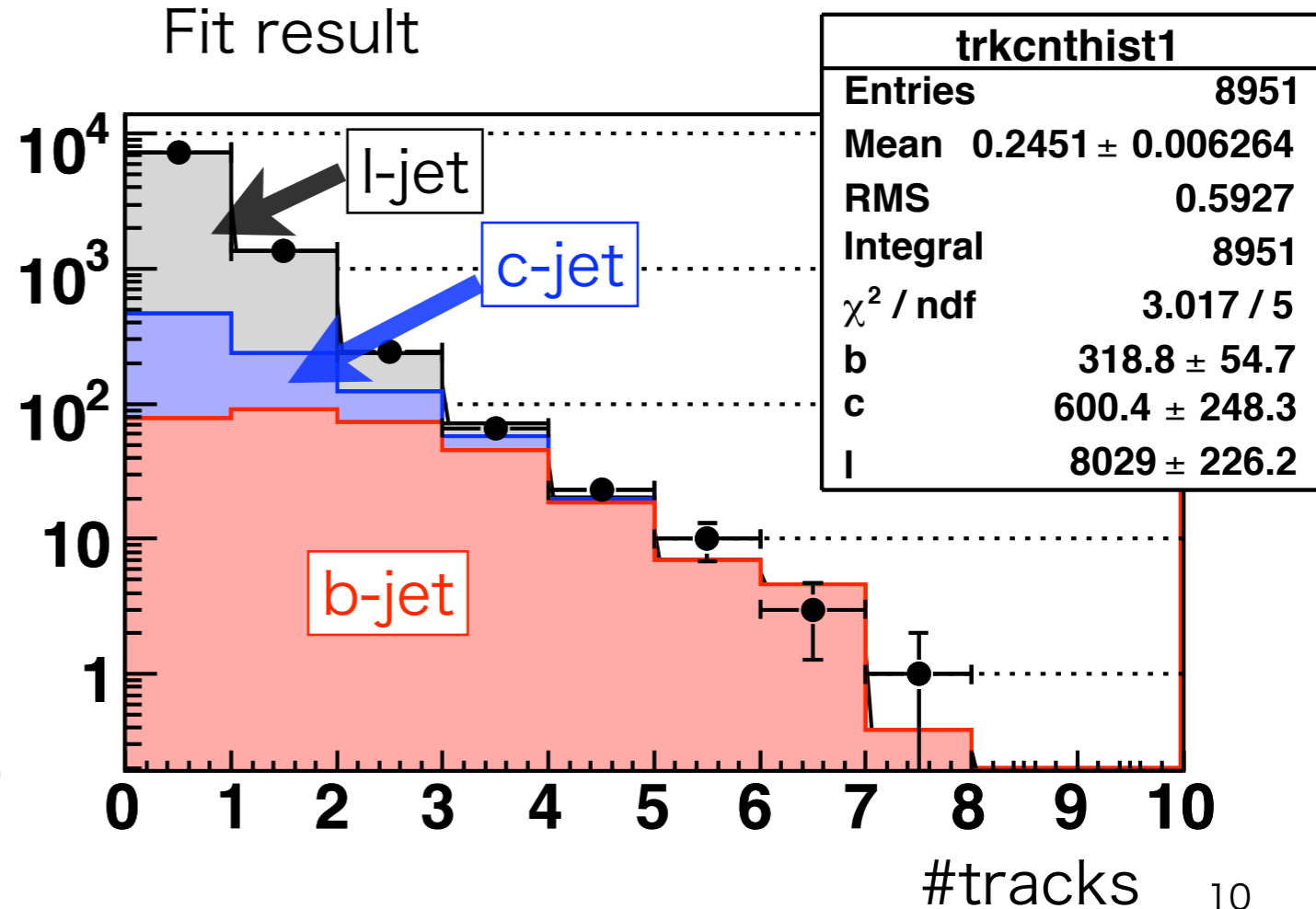
• before btagging

- ▶ MC Truth --- b : 3.4      c : 8.7      l : 87.7
- ▶ Fit result --- b :  $3.5 \pm 0.6$     c :  $6.7 \pm 2.7$     l :  $89.7 \pm 2.5$  (%)

templates



Fit result

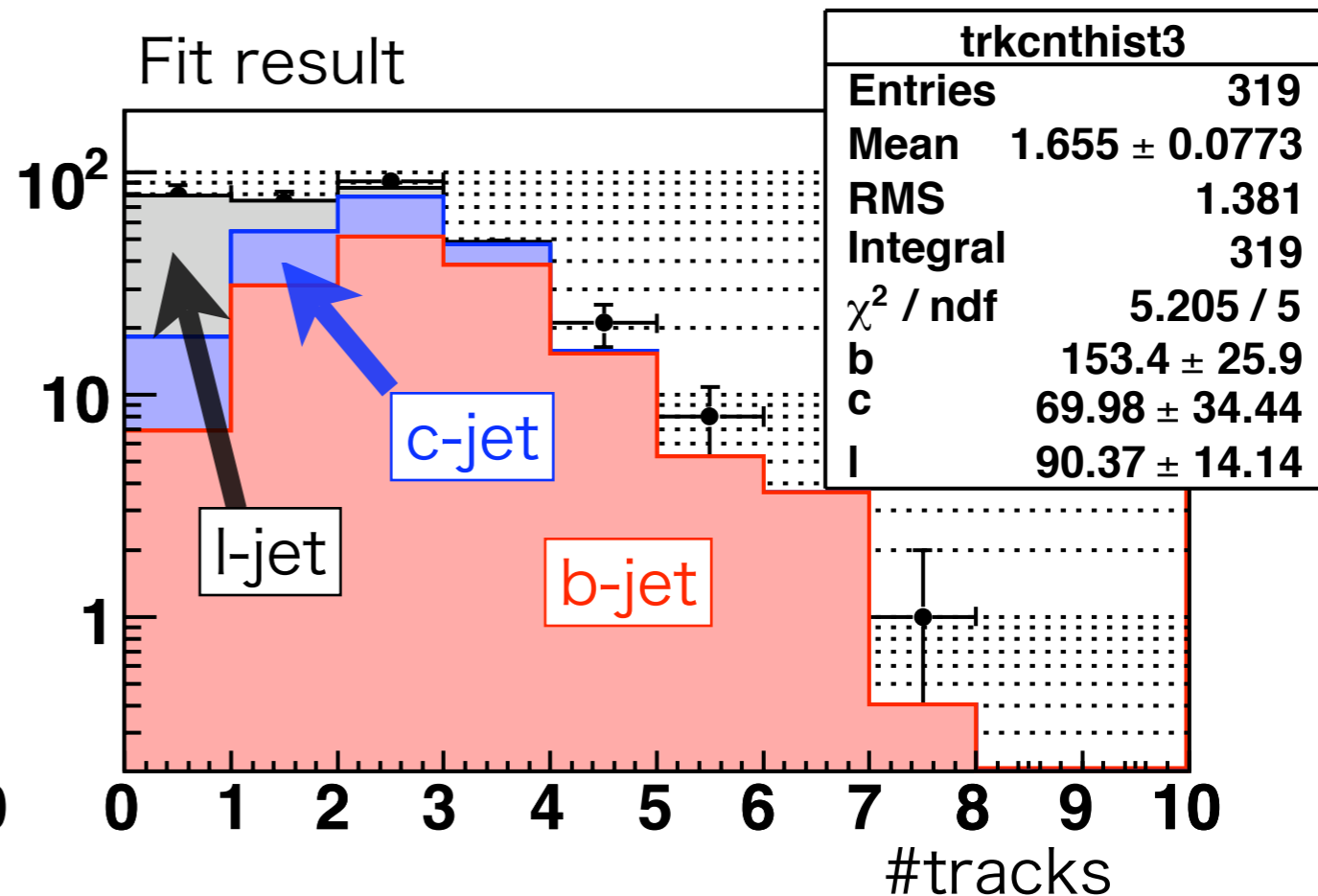
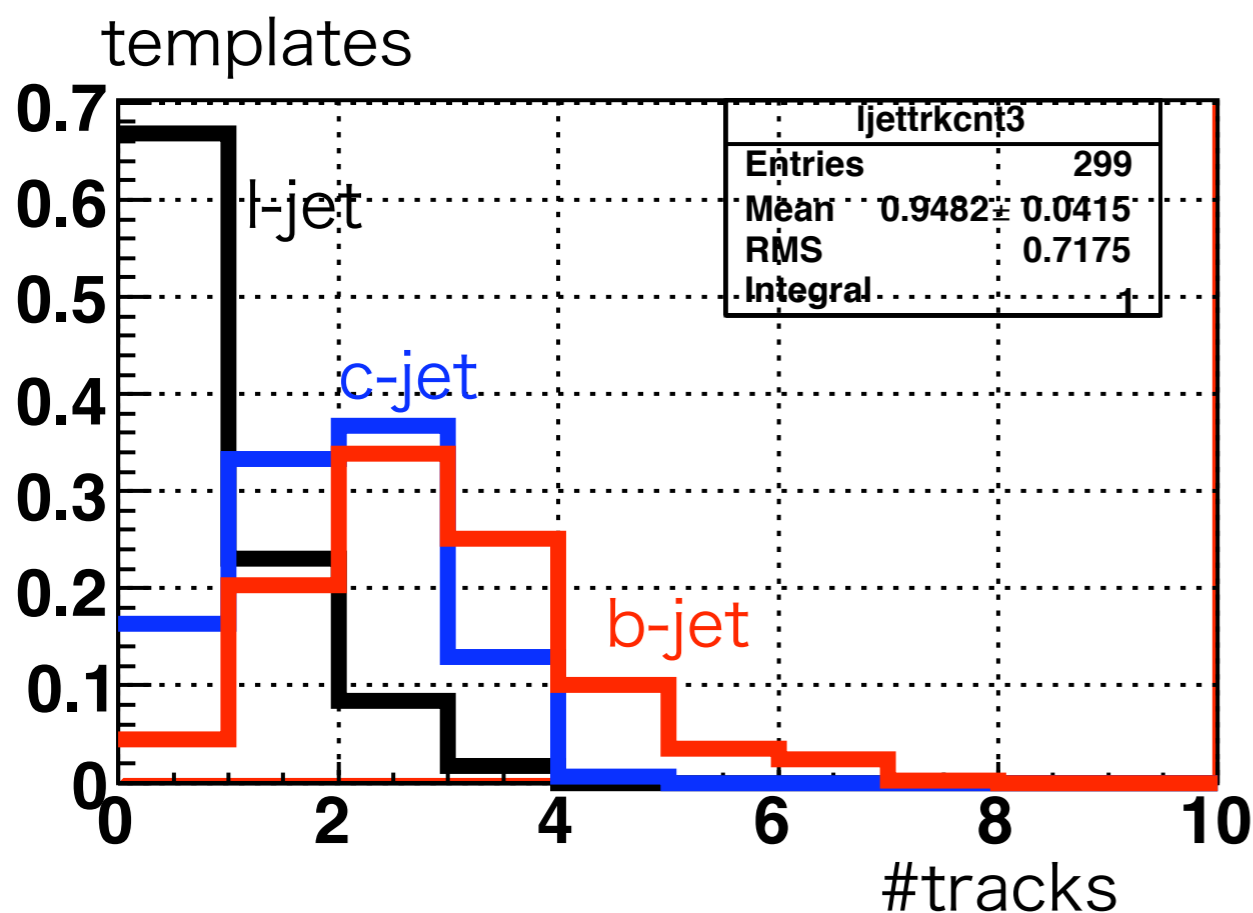


# Fitting result ( $20 < \text{jetPt} < 40 \text{ (GeV)}$ && $|\text{Eta}| < 0.5$ )

• after btagging (templateはbtag後に作り直す)

▶ MC Truth --- b : 45.4      c : 27.8      l : 26.6

▶ Fit result --- b :  $48.9 \pm 8.2$     c :  $22.3 \pm 10.9$     l :  $28.7 \pm 4.5$  (%)

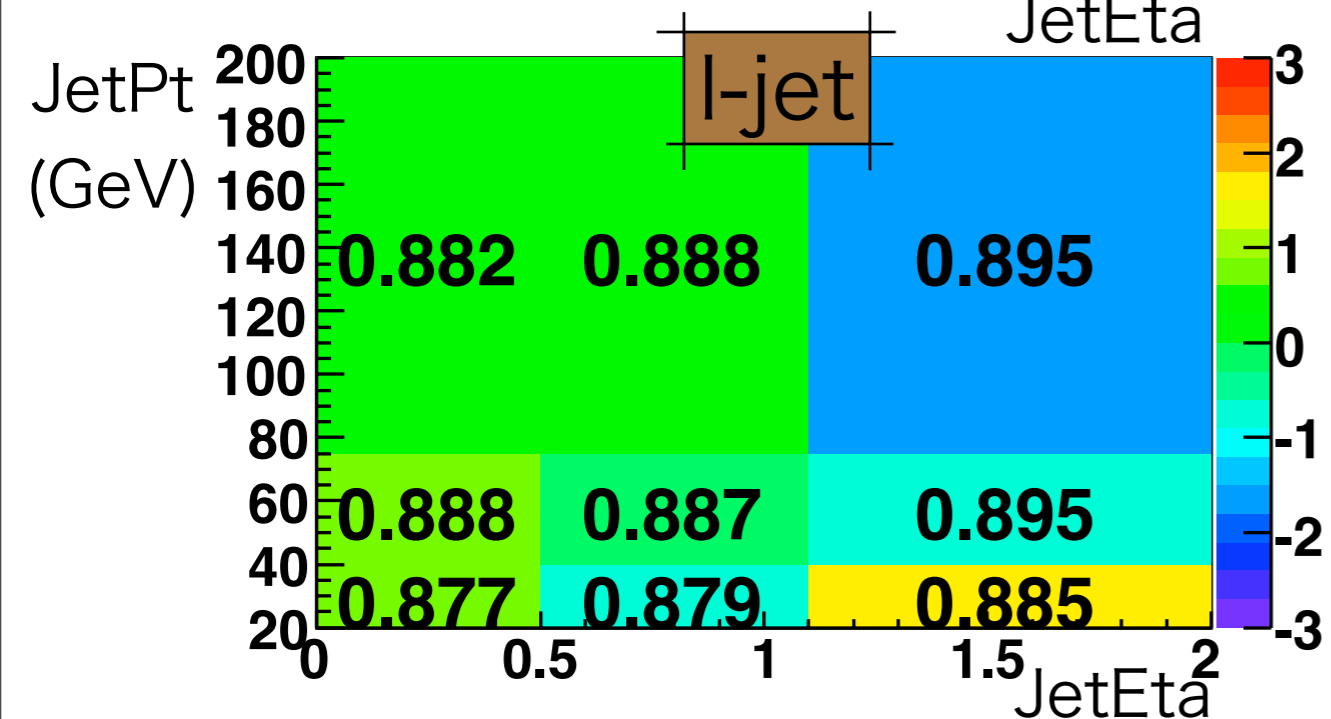
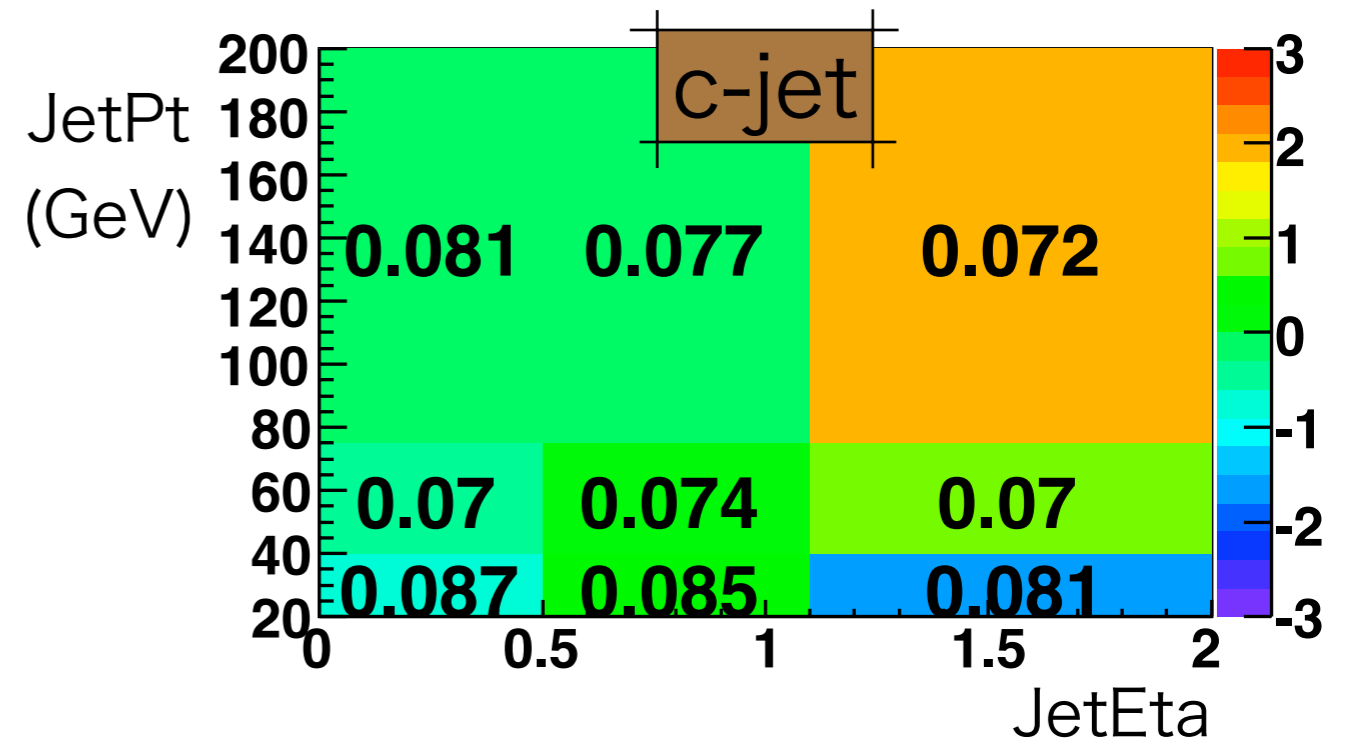
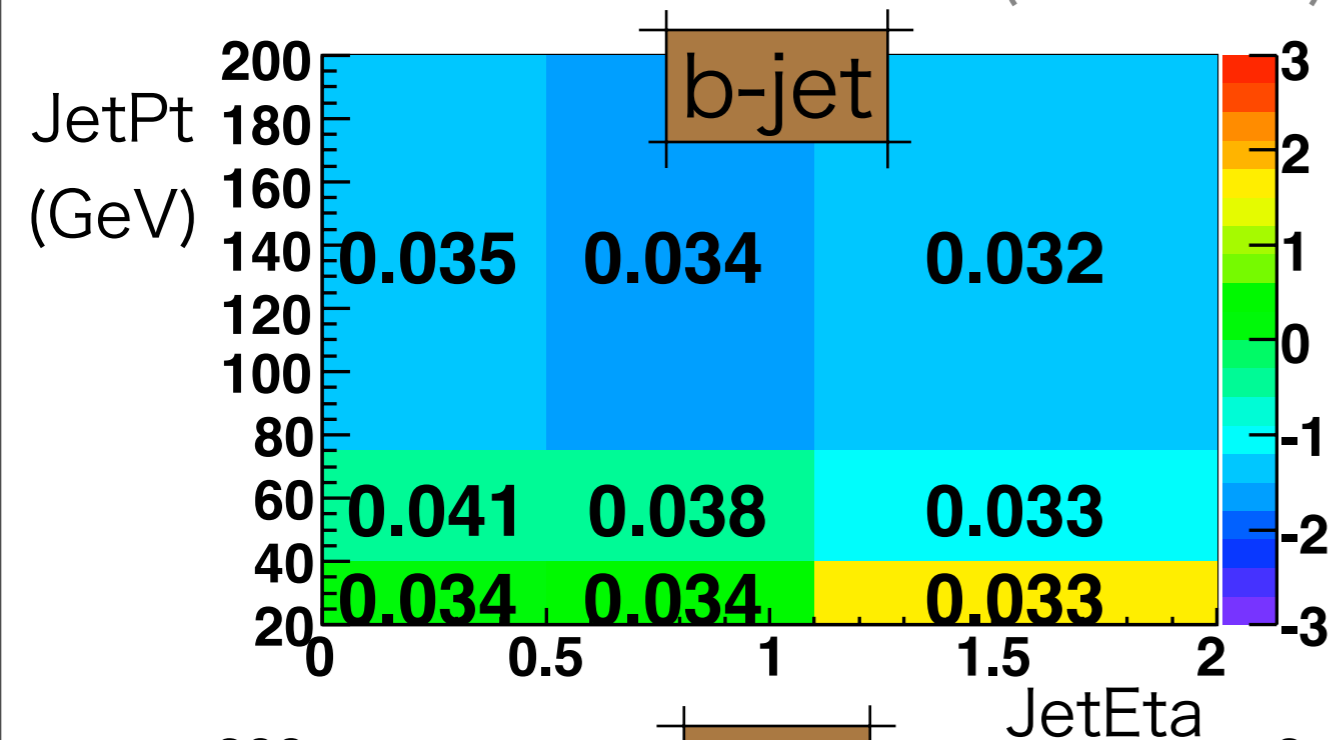


Flavorの構成割合が変わってもFitは成功する

# fitting in each bin (before tagging)

▶ z-axis is  $\{f_b(\text{fit}) - f_b(\text{MCtruth})\} / \sigma_{f_b(\text{fit})}$ .

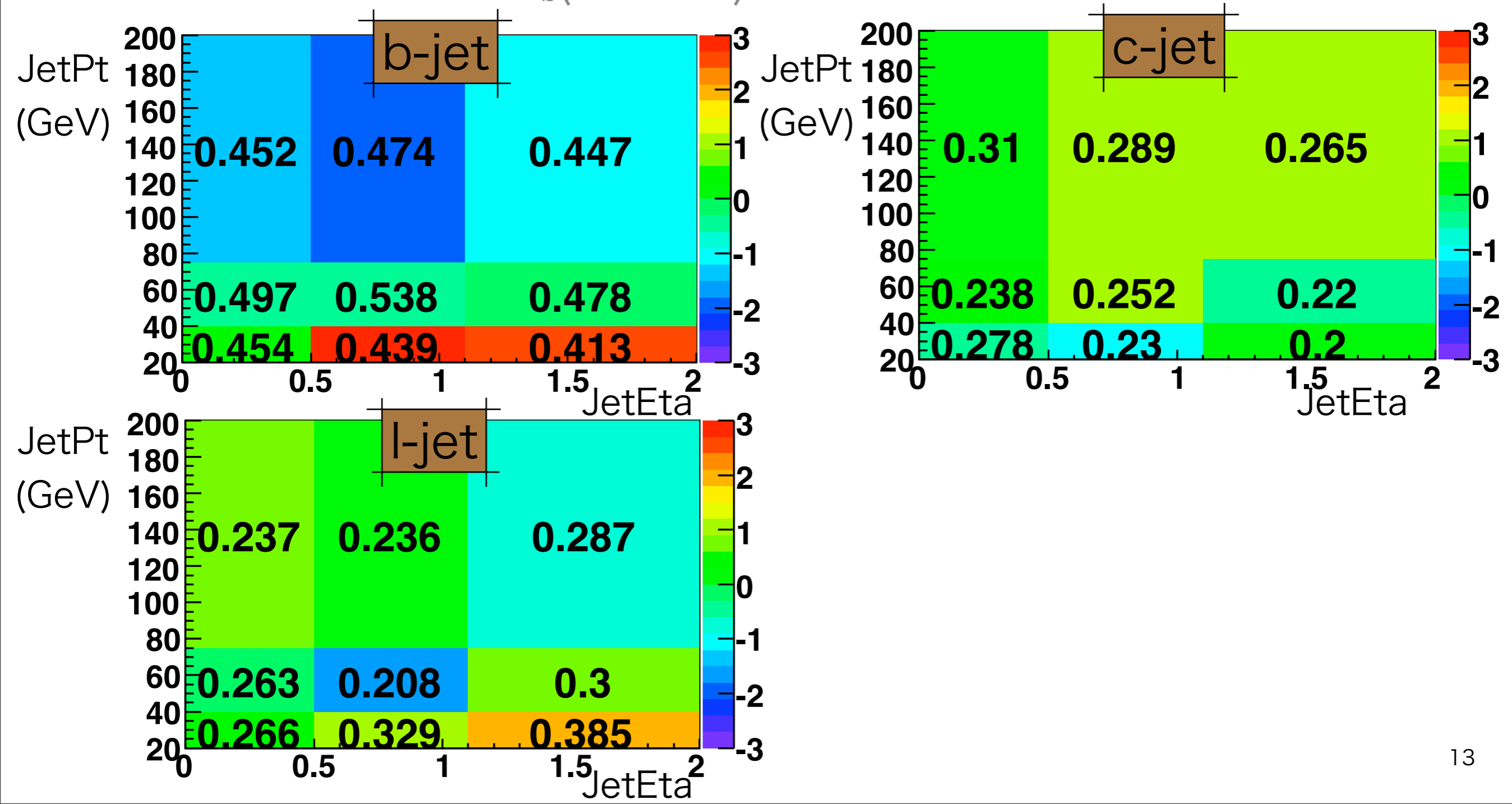
▶ text on each bin is  $f_b(\text{MCtruth})$



# fitting in each bin (after tagging)

▶ z-axis is  $\{f_b(\text{fit}) - f_b(\text{MCtruth})\} / \sigma_{f_b(\text{fit})}$ .

▶ text on each bin is  $f_b(\text{MCtruth})$



# Conclusion

---

- btaggerの性能を推定する新しい方法の開発を行った
- jetの割合をそれぞれのbinで得ることが出来た
- 新しい方法が実際に可能であることがわかった
  - ▶ Next steps
    - ➔templateが実データと合っているかをどう見積もるか
    - ➔Systematic Errorをどう見積もるか