

リニアコライダーのための
新ジェット再構成・フレーバー識別
アルゴリズムの開発（2）
ー2次バーテックス探索と
ジェットフレーバー識別ー

東大ICEPP

田辺友彦, 末原大幹, 山下了

日本物理学会 2010年秋季大会 九州工業大学

2010/09/14

Flavor tagging改良のアイデア

- Jet clusteringとの統合
 - Vertexとjetの情報を組み合わせて、相互の性能向上を図れる可能性がある
 - 特に多jet環境で重要 (ZHH, ttH...)

→ 前のトーク

- Vertex finderの改良
 - Tracking errorの改善
 - 他の(topologicalでない)方法とcombineする
- Neural netの改善
 - 使える変数の改善 (lepton, kinematic variables...)
 - パラメータ最適化, 一部likelihood化

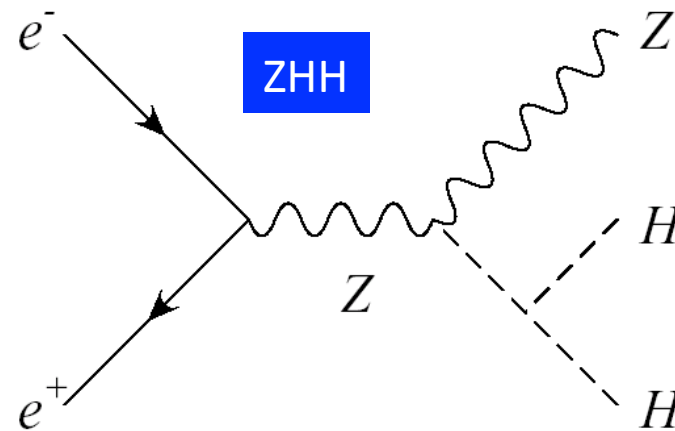
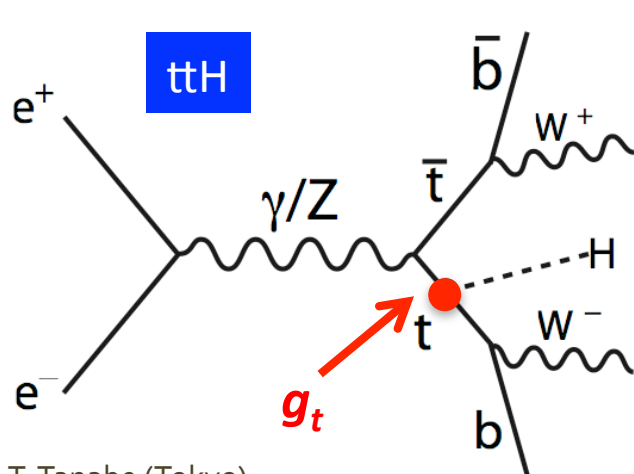
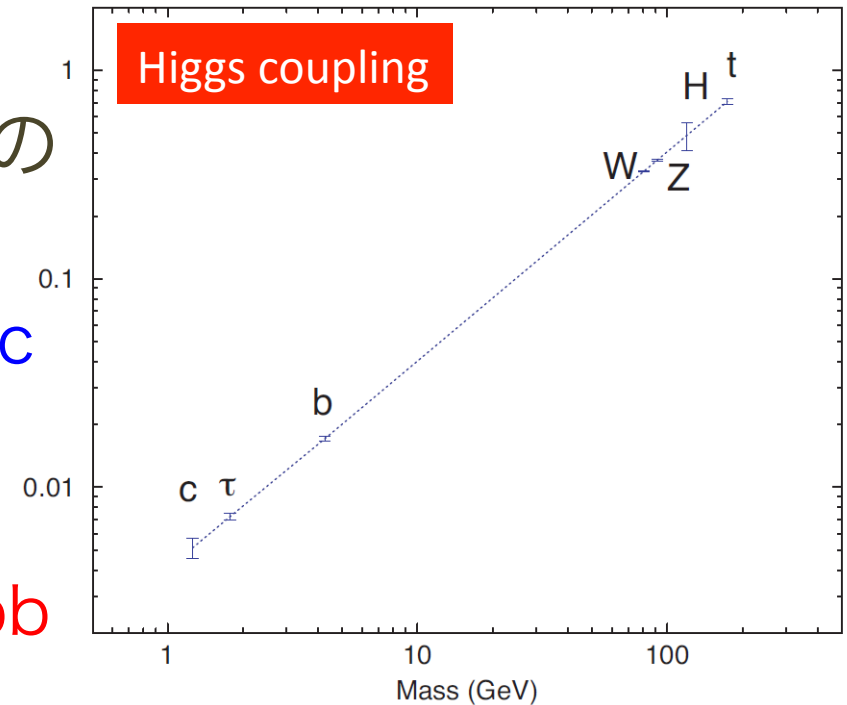
→ このトーク

アウトライン

- フレーバータグ概要
- バーテックス再構成
 - 概要
 - バーテックス改良案
 - 結果：purity(84%)を落とさずにefficiencyを3%上げることに成功した (Z→bbサンプル@91.2 GeV)
- まとめ

モチベーション

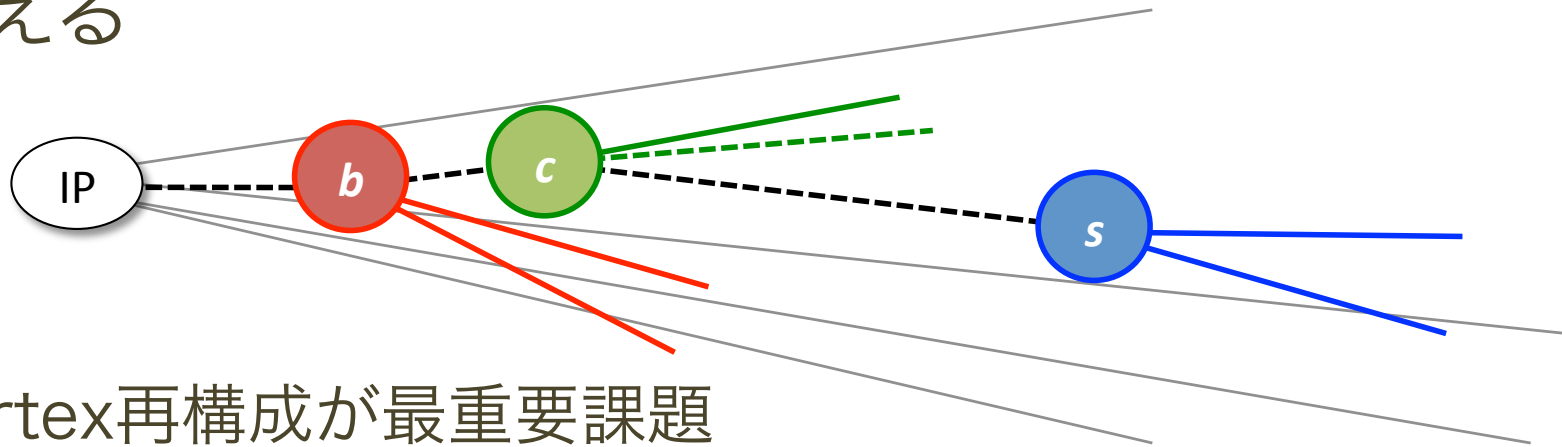
- ILCにおける物理解析では flavor taggingが最重要課題のひとつ
 - Higgs分岐比：H \rightarrow **bb**, H \rightarrow **cc**
 - Higgs自己結合：ZHH \rightarrow qq**bbbb**
 - top-湯川結合：ttH \rightarrow **bWbWbb**
 - top 物理：tt \rightarrow **bWbW**



Z \rightarrow qq (70%)
 ll (30%)
 W \rightarrow qq (65%)
 lv (35%)
 H \rightarrow bb (65%)
 (mH=120GeV)

『究極のフレーバータグ』

- bジェット内の $b \rightarrow c \rightarrow s$ 崩壊チェーンを可能な限り捉える



- vertex再構成が最重要課題
 - vertexからtrackが1本のみの場合
 - semileptonic崩壊など \rightarrow lepton ID
 - 中性粒子を伴うケース
 - pT correction
 - vertexが見つからない場合
 - track impact parameter
- 変数の組み合わせ
 - likelihood、neural net

ILD測定器

ミューオン検出器

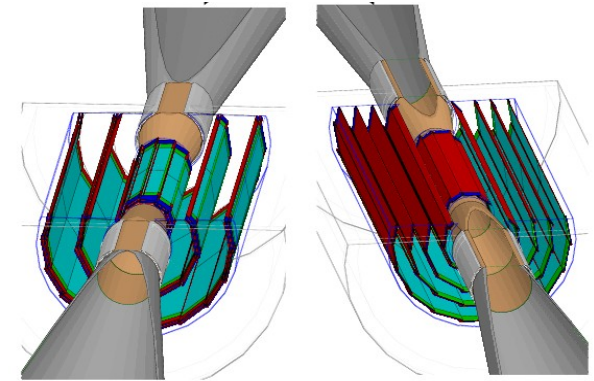
ハドロンカロリメータ

電磁カロリメータ

飛跡検出器

反応点検出器

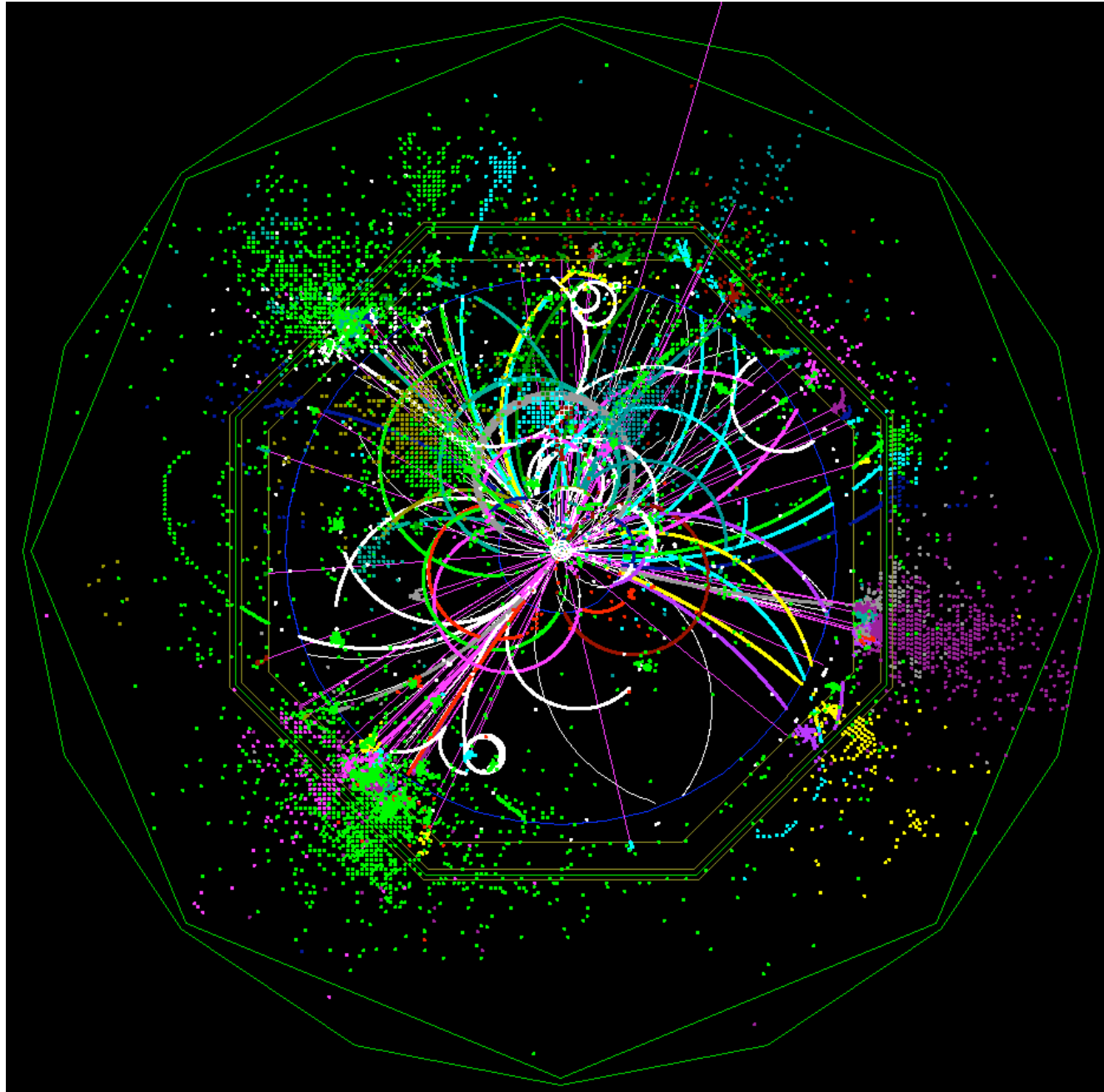
ビームパイプ



Vertex Detector

最内層	15 mm
最外層	60 mm
衝突パラメータ分解能	< 5 μm (high momentum)





ZHH->bbHH event @
500 GeV

# pri. tracks	~40
# sec. tracks	~30

primary trackと
secondary trackの
識別が重要

primary vertexを最
初に組むことが絶
対条件

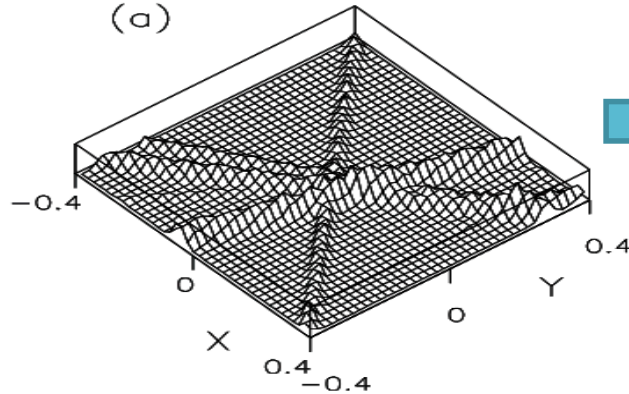
secondary trackで
vertexを組む

vertex探索アルゴリズム

- topological

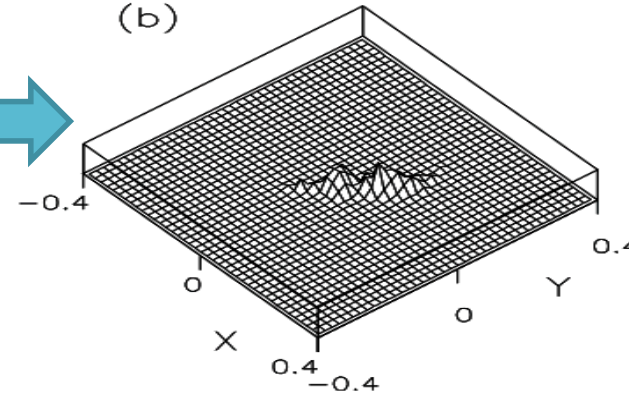
トラックを『チューブ』化

(a)



チューブが重なる部分で
正の値を取る『Vertex関数』

(b)



- track数がいくつでもvertexが発見可能 (primaryからはある程度離れている必要がある)
- CPU timeがネック

- teardown

- 複数のtrackからvertexに相応しくないtrackを順に抜いていく
- primary trackをしっかりと抜けば、IPに近いところでも高いefficiencyでvertexが見つかる

- build-up

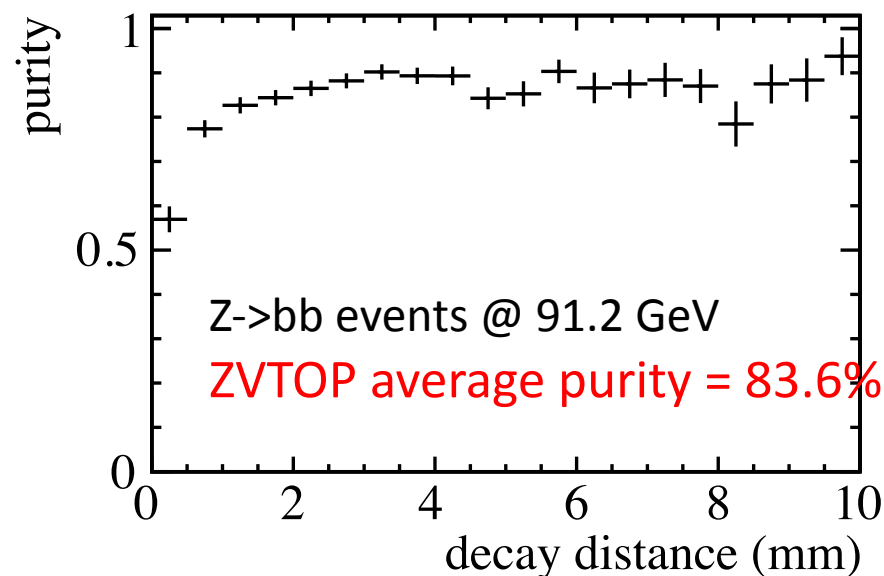
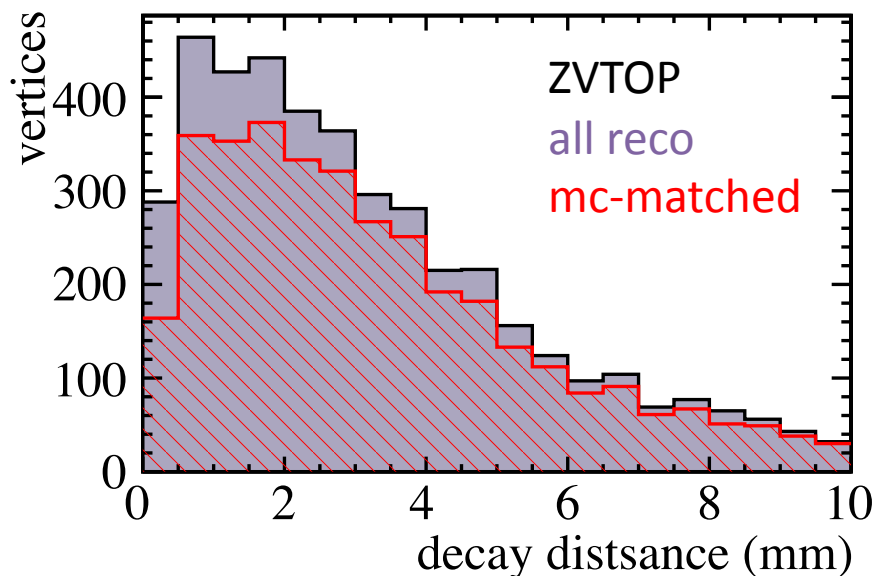
- trackペアをseedに他のtrackをくっつける
- 良いseedからスタートすれば綺麗なvertexが作れるが、seedが悪ければダメ

vertexアルゴリズムの現状

- ILDのsoftwareではtopologicalアルゴリズム (ZVTOP) が採用されている
 - アルゴリズムのチューンは $E_{cm}=91.2$ GeVの2-jet事象サンプルで行われている
- 今回はZVTOPとteardownを組み合わせることで『いいところ取り』を目論む
 - 具体的にはZVTOPで組まれたtrackを取り除き、残りをteardownで組む
 - 比較対象として同じサンプルを使用 (jet clusteringの影響を排除)

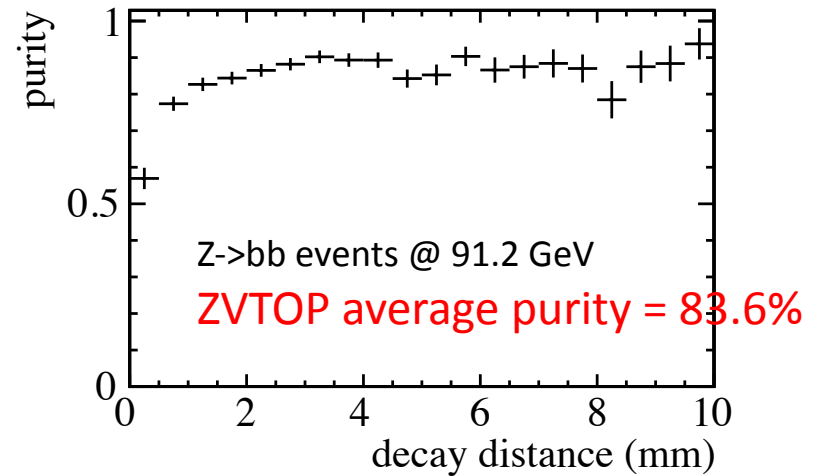
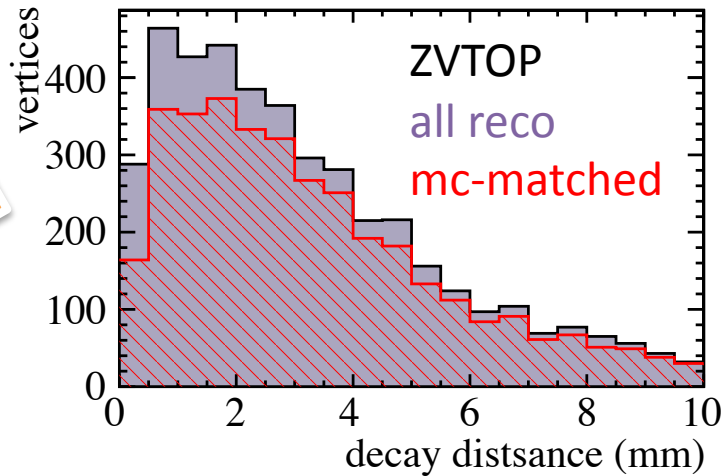
vertexの評価方法

- 正しく再構成されたvertexとは？
 - MCと比較が必要
 - 色々方法はある (trackマッチング、vertex位置など)
 - 今回はMC情報を用いて『再構成が原理的に可能：trackが2本以上あり、IPから5um以上離れている』mc-vertexを作る
 - reco vertexのtrack2本以上が正しく組まれていればmc-matched vertexと定義する



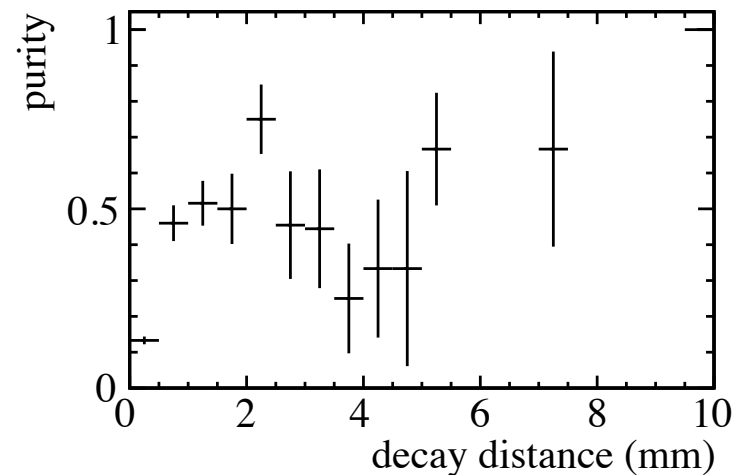
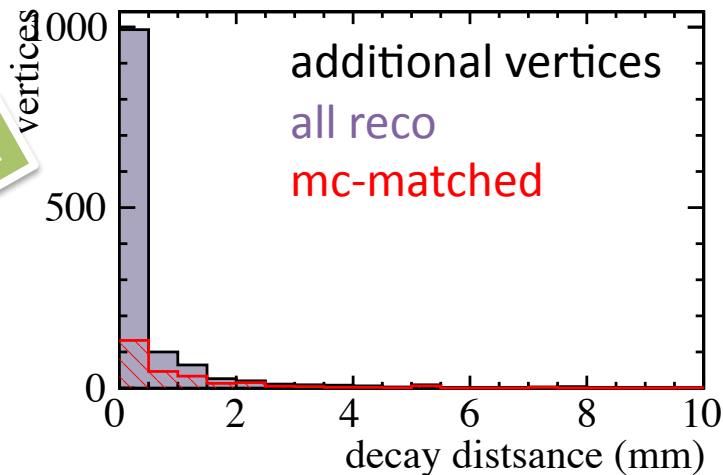
ZVTOP + teardown

ZVTOP



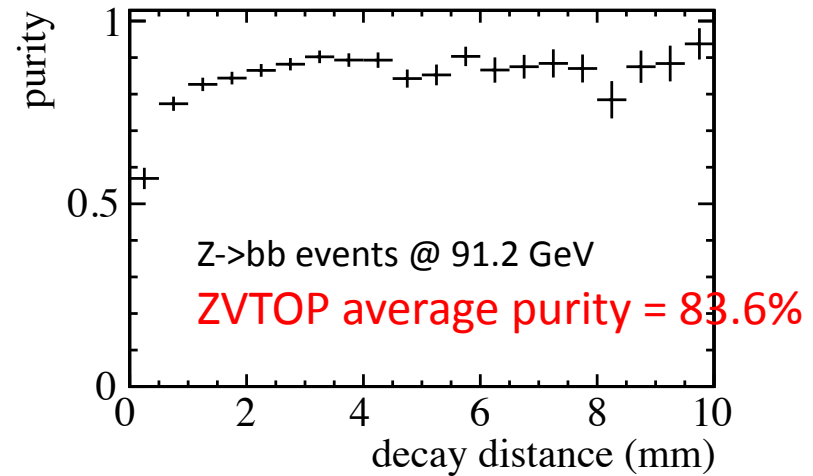
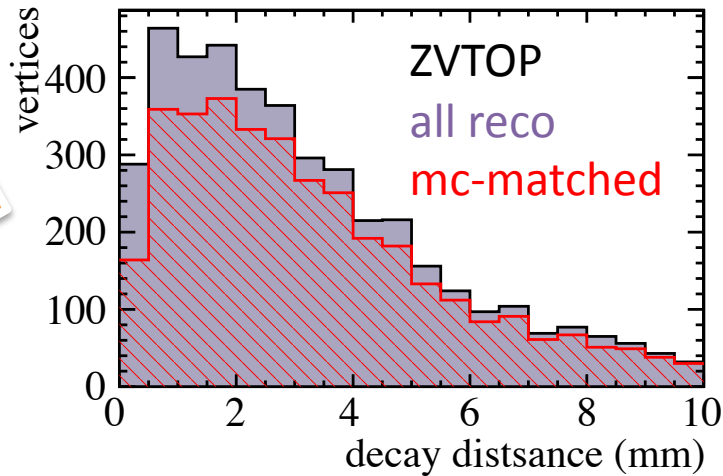
ZVTOPおよびprimary vertex finderが使用しなかった tracksに対してteardownをかける

teardown



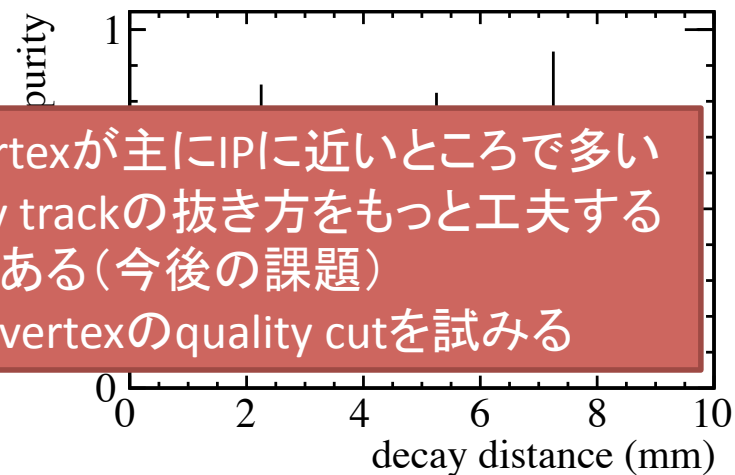
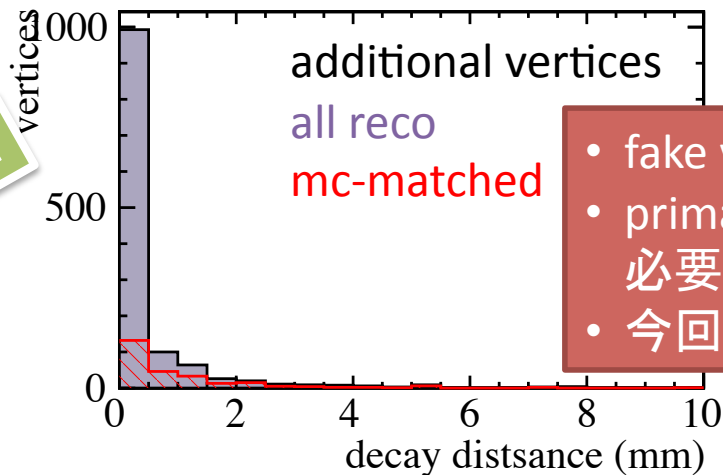
ZVTOP + teardown

ZVTOP

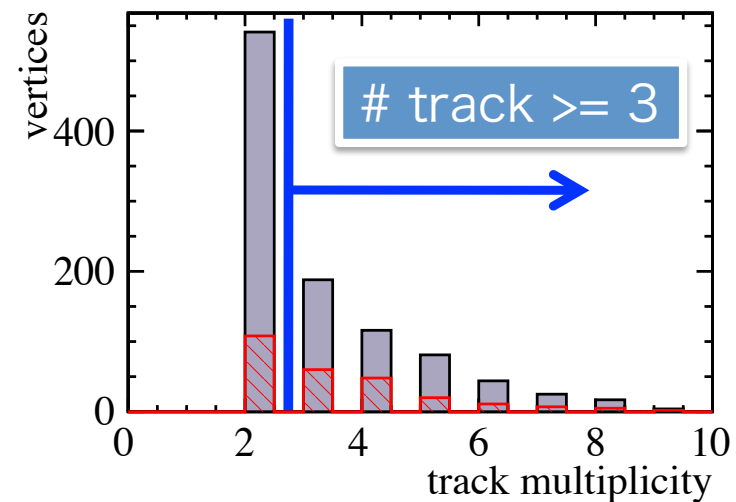
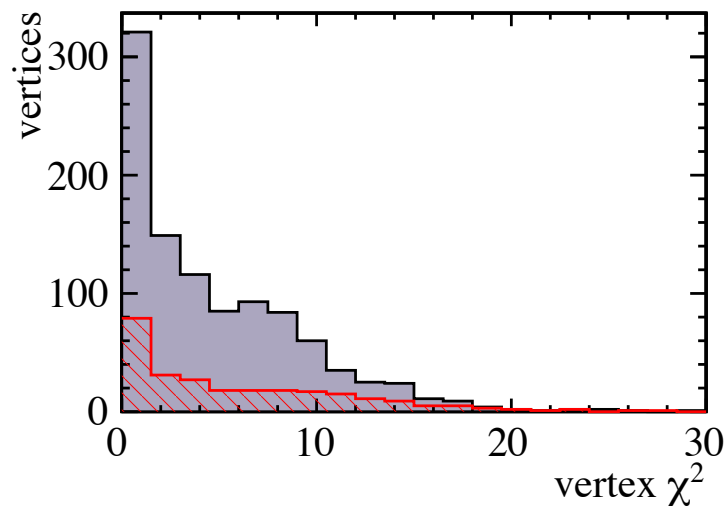
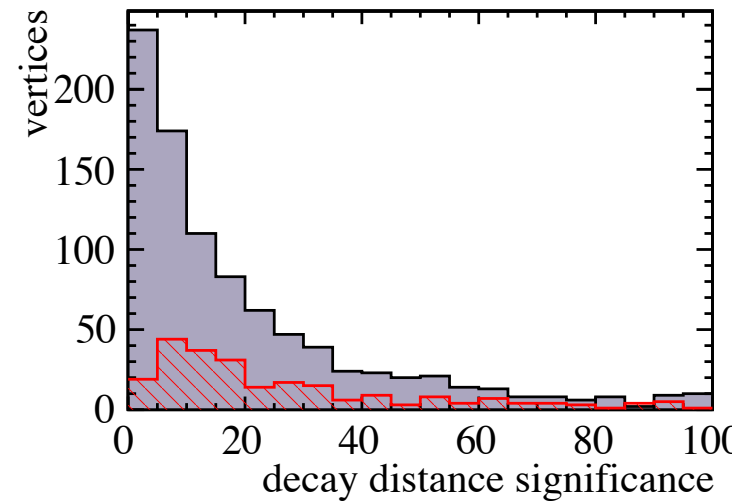
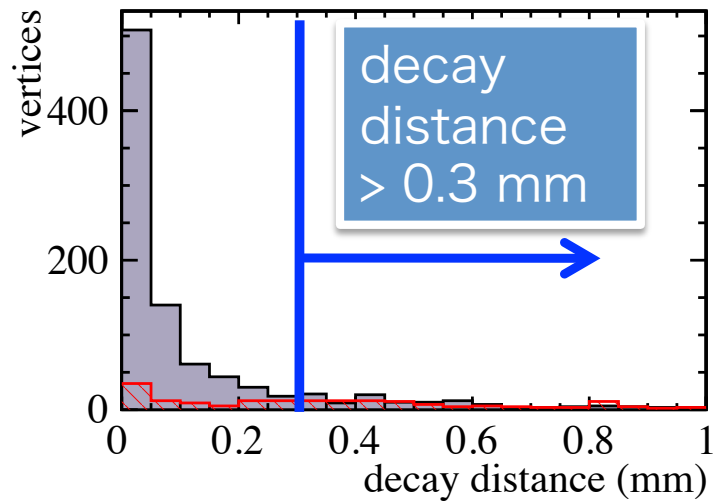


ZVTOPおよびprimary vertex finderが使用しなかった tracksに対してteardownをかける

teardown

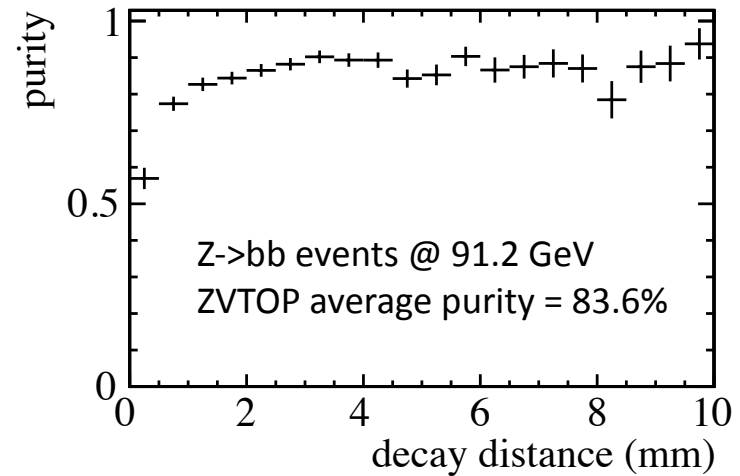
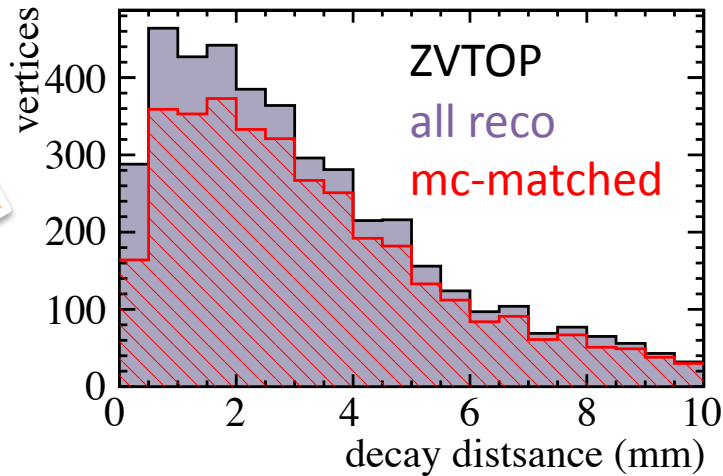


vertex quality (additional vertices)



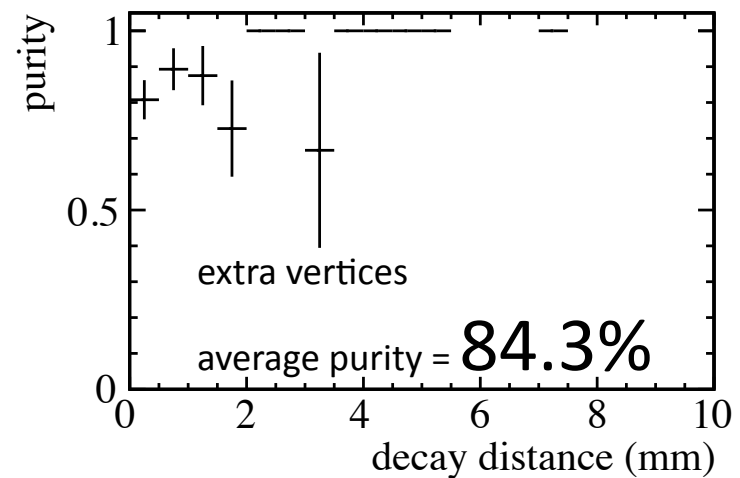
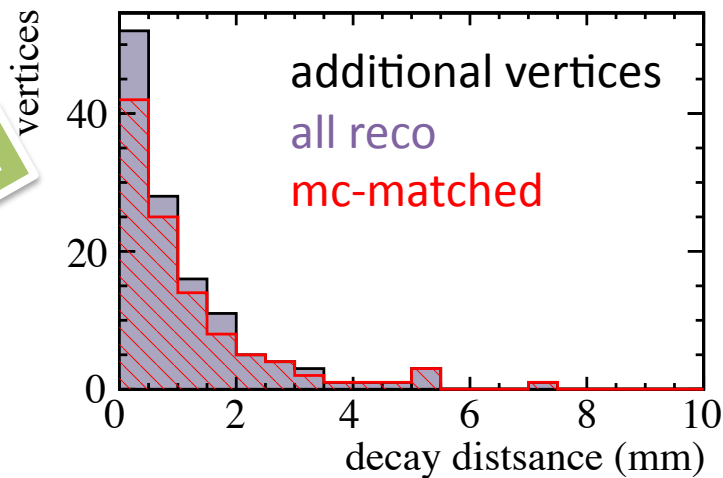
ZVTOP + teardown

ZVTOP



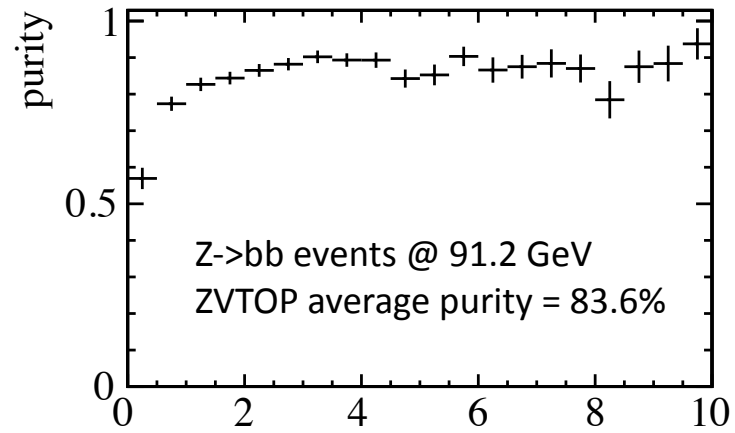
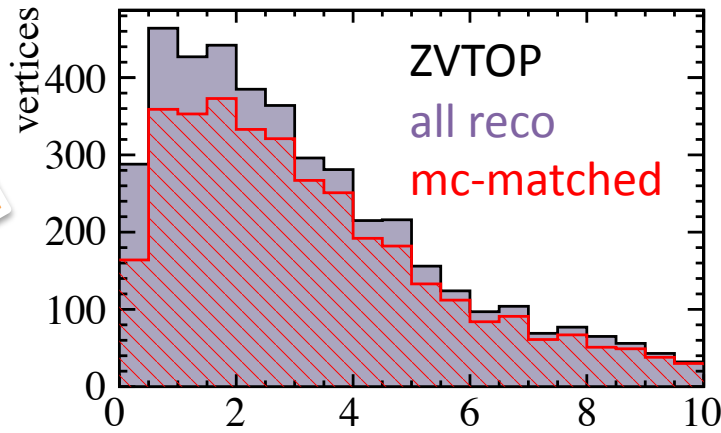
ZVTOPおよびprimary vertex finderが使用しなかった tracks に対して teardown をかける +quality cuts

teardown



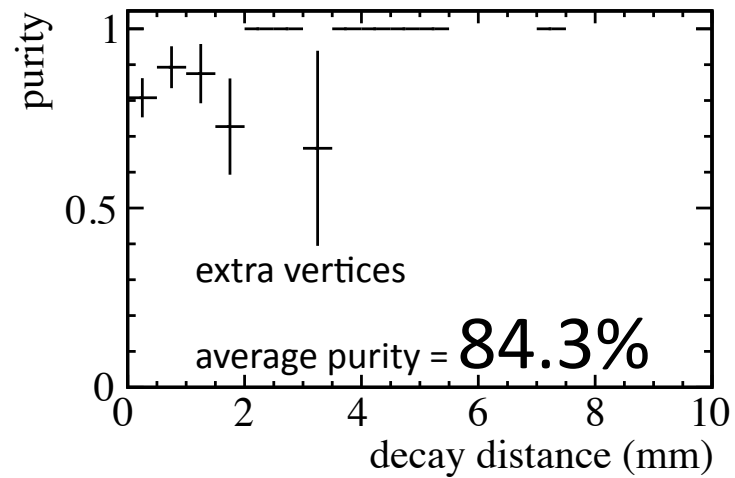
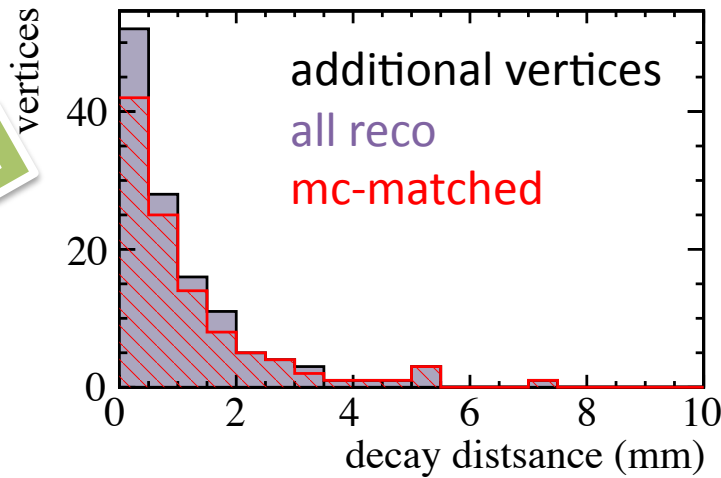
ZVTOP + teardown

ZVTOP



	ZVTOP vertices	additional vertices
# of mc-matched vertex	3772	107 (+3%)

teardown



まとめ

- ILCでのフレーバータグの根本的改良を進めている
- まずはjet clusteringとvertex algorithmを見直している
 - vertex検出効率を少し(3%)上げることができた
 - さらなる検出効率アップを目指す
 - レプトンタグの利用、中性粒子の扱いを考える
- フレーバータグ性能向上を最終目標とする
 - likelihood, neural netによる変数の組み合わせ