

# ATLAS実験における Higgsを含んだSUSY事象の シミュレーション解析

---

高木崇志, 内田桐日, 花垣和則  
阪大理

2009年3月30日

日本物理学会第64回年次大会

於立教大学

# Introduction



- SUSY由来のHiggsをとらえる
  - SUSY : SUGRA、GMSB、AMSB、...
  - mSUGRAは5つのパラメーターで決まる。
  - Decay chain:  $\tilde{q} \rightarrow \tilde{\chi}_2^0 q \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 h q$
  - 高い missing ET をもつ  
→  $h \rightarrow b\bar{b}$  を探索可能

missing ET

$$E_{Tmiss} = -|\sum \vec{E}_T|$$

- $h \rightarrow b\bar{b}$  : b-jet を用いて Higgs を得る。
  - いかに正しく b-jet を tag するかが重要。
  - **本研究の目的 : b-tagging 性能と**

**SUSY由来Higgsの検出能力の関係性の調査**

# b-tagging

- b-tagging

b-quark 由来の jet を同定する。

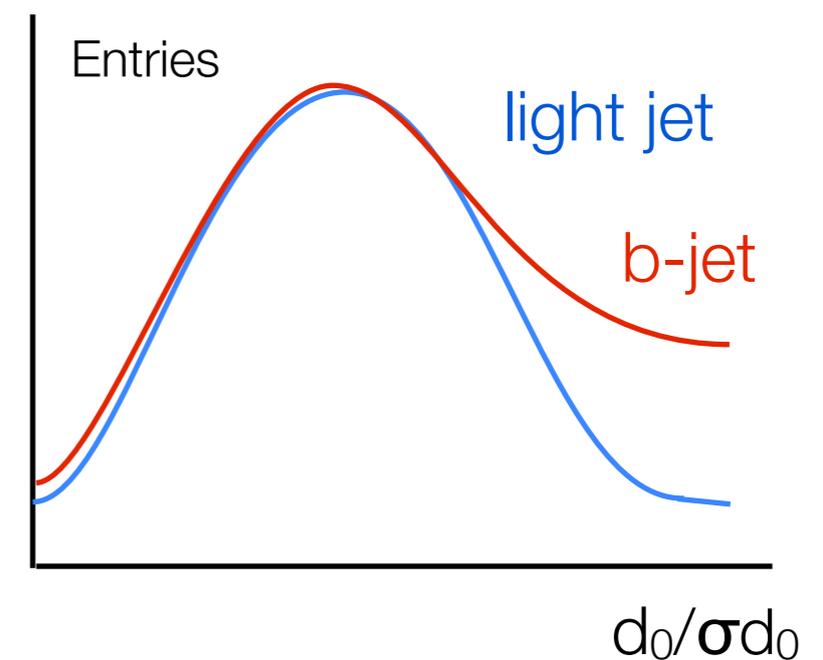
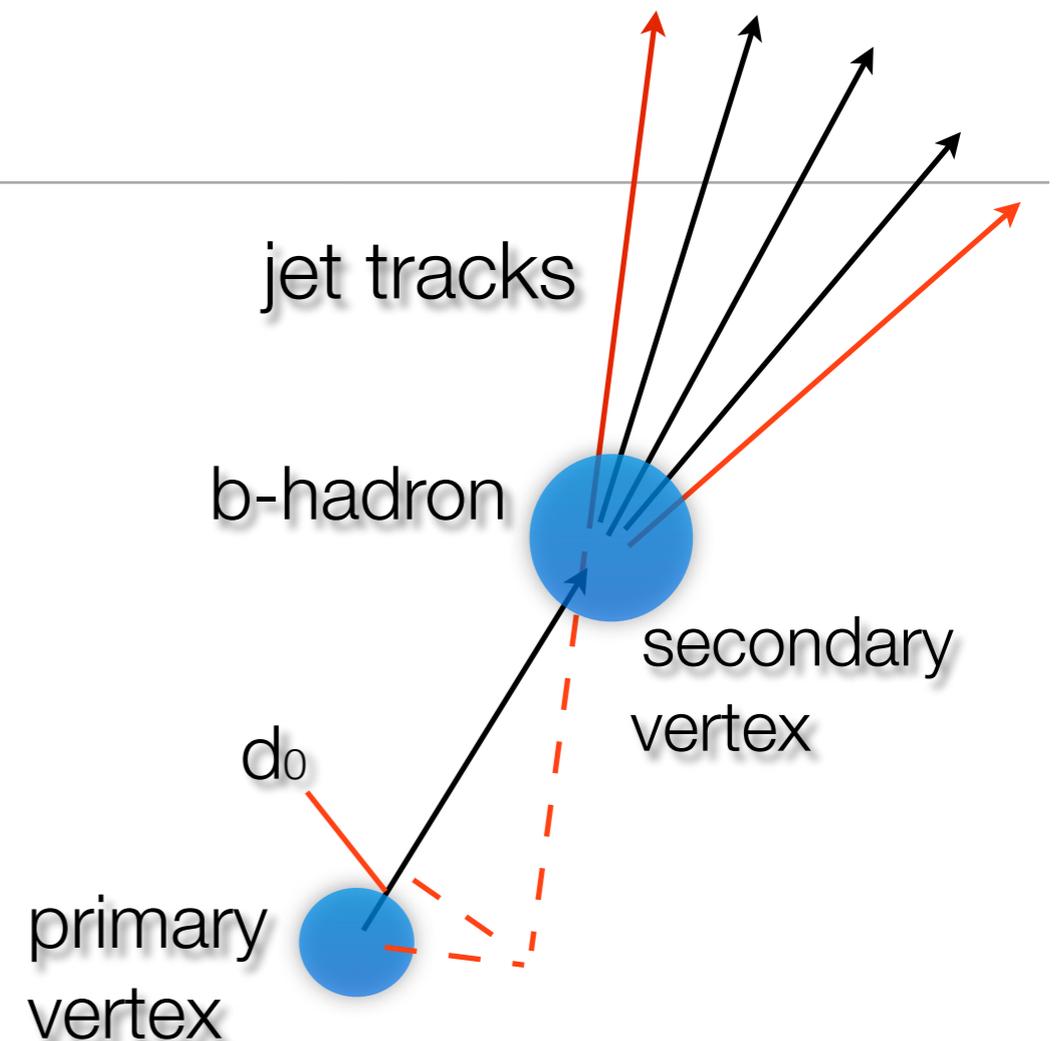
- Secondary Vertex

b-jet は secondary vertex  
を持つ傾向

- Significance  $d_0$

b-jet は track impact parameter  $d_0$   
が大きくなる傾向

これらより作った likelihood を用いて  
tag を行う。



# MC sample

---

- 使用したMCサンプル：

- mSUGRA SU9

Higgs が多く生成されるという物理的特徴を持つ点。  
ベンチマークとして最適。

- SM  $t\bar{t}$

積分ルミノシティは $\sim 10\text{fb}^{-1}$ 。

- SU9

$m_0$	$m_{\frac{1}{2}}$	$A_0$	$\tan \beta$	$\text{sgn}\mu$
300	425	20	20	+1

これら5つのパラメーターで決定されている。

# イベントセレクション (1)

---

• 崩壊過程 :  $\tilde{q} \rightarrow \tilde{\chi}_2^0 q \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 h q$        $h \rightarrow b\bar{b}$

• cuts :

missing ET

→  $\tilde{\chi}_1^0$  に由来

2本の light-flavored jet の pt

→  $q$  に由来

2本の b-jet の pt

→ high pt b-jet の発生

lepton の pt

→ high pt lepton を含まない

3本以上の b-tagged jet があるときは、2番目と3番目の jet を使用  
(  $\tilde{b} \rightarrow \tilde{\chi} b$  などを落とす )

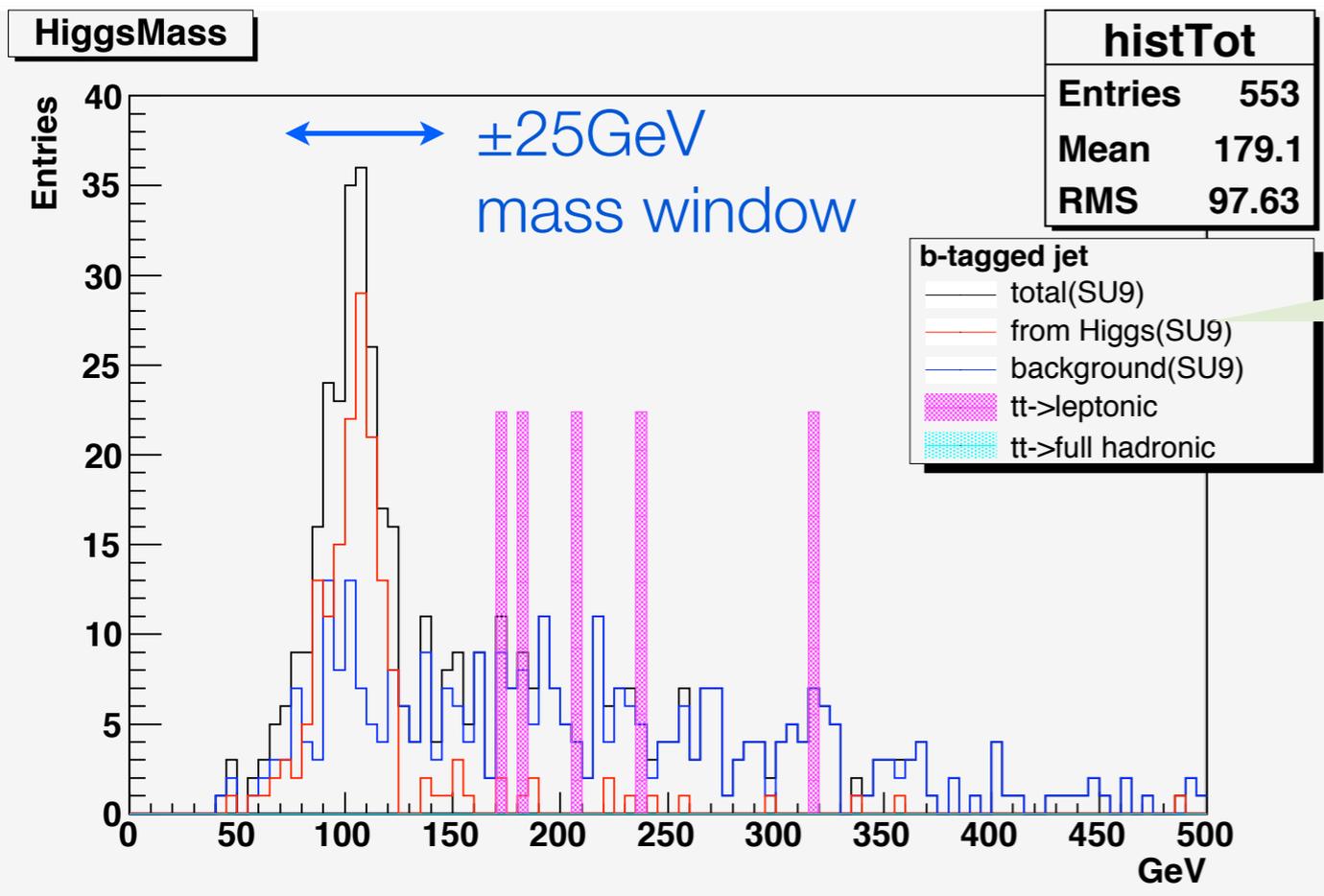
• b-tagging cut も最適になるよう動かした。



Figure of Merit =  $SG / \sqrt{BG}$  を用いて、cut の値を決定した。

# イベントセレクション (2)

- ピーク中心の $\pm 25\text{GeV}$ の窓内のエントリーについてFOMを計算した。



赤 : Higgs->bb シグナル

青 : SUSY BG

(Higgs由来でないb-jet,  
b-jet でなく l-jet)

ピンク・水色 : ttbar BG

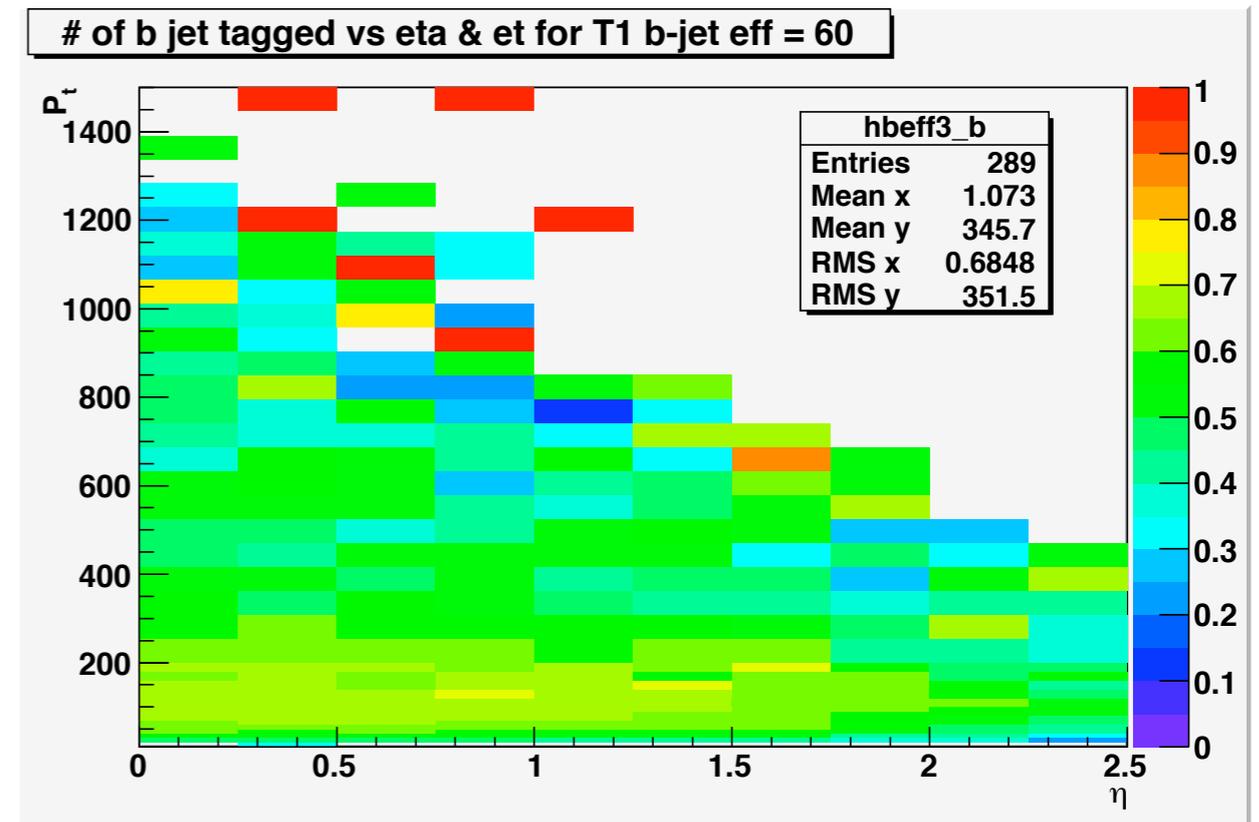
Luminosity  $\sim 10 \text{ fb}^{-1}$

FOM = 16.4

- event selection
  - missingET  $> 300 \text{ GeV}$
  - light flavored jet pt  $> 280 \text{ GeV}$
  - b-tagged jet pt cut  $> 40 \text{ GeV}$
  - lepton pt  $< 10 \text{ GeV}$
  - b-tagging weight cut  $\sim 70\% \text{ eff.}$

# Look-up table for b-tagging

- Lookup table  
Full simulation (Geant) の b-tagging efficiency を pt-eta への依存性を利用して表にしたもの。 (阪大・内田さんによる)
- Lookup table 使用の利点
  - Full と同じ b-tagging 性能 を Fast simulation (Atlfast) に使用できる。
  - b-tagging の efficiency についての調査が容易に。



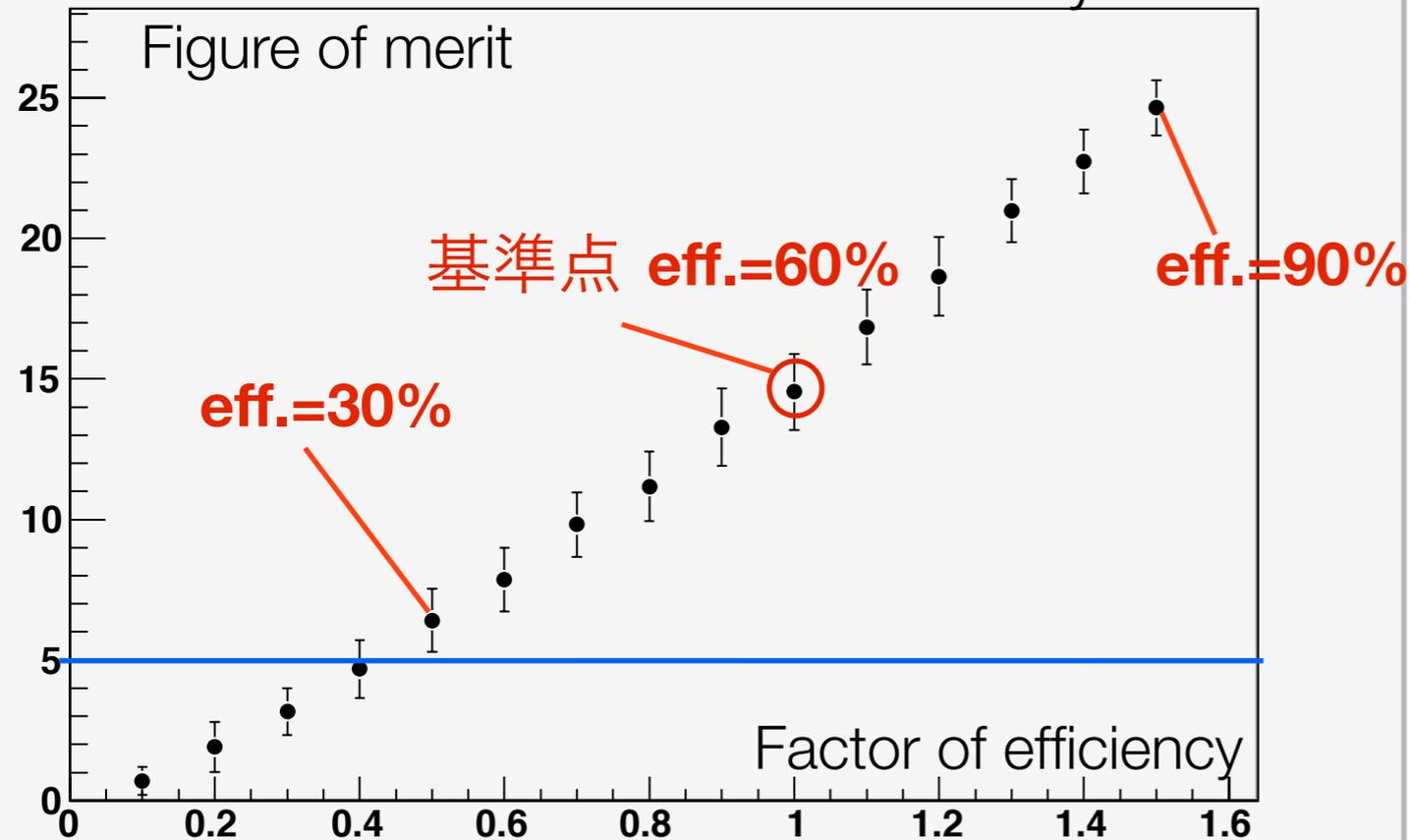
(図) b-tag eff. 60%としたとき  
の、true b-jetがtagされる確率：  
x軸がeta、y軸がpt、z軸が確率と  
なっている。

# Survey on b-tagging efficiency (1)

- b-tagging の cut を変えると fake rate も増減。  
性能の変化を見る： Lookup table を用いて、fake rateを固定したまま efficiency を動かす  
基準点： b-tagging efficiency が 60% になる点 (eff.=60%, fake=2%)

Graph

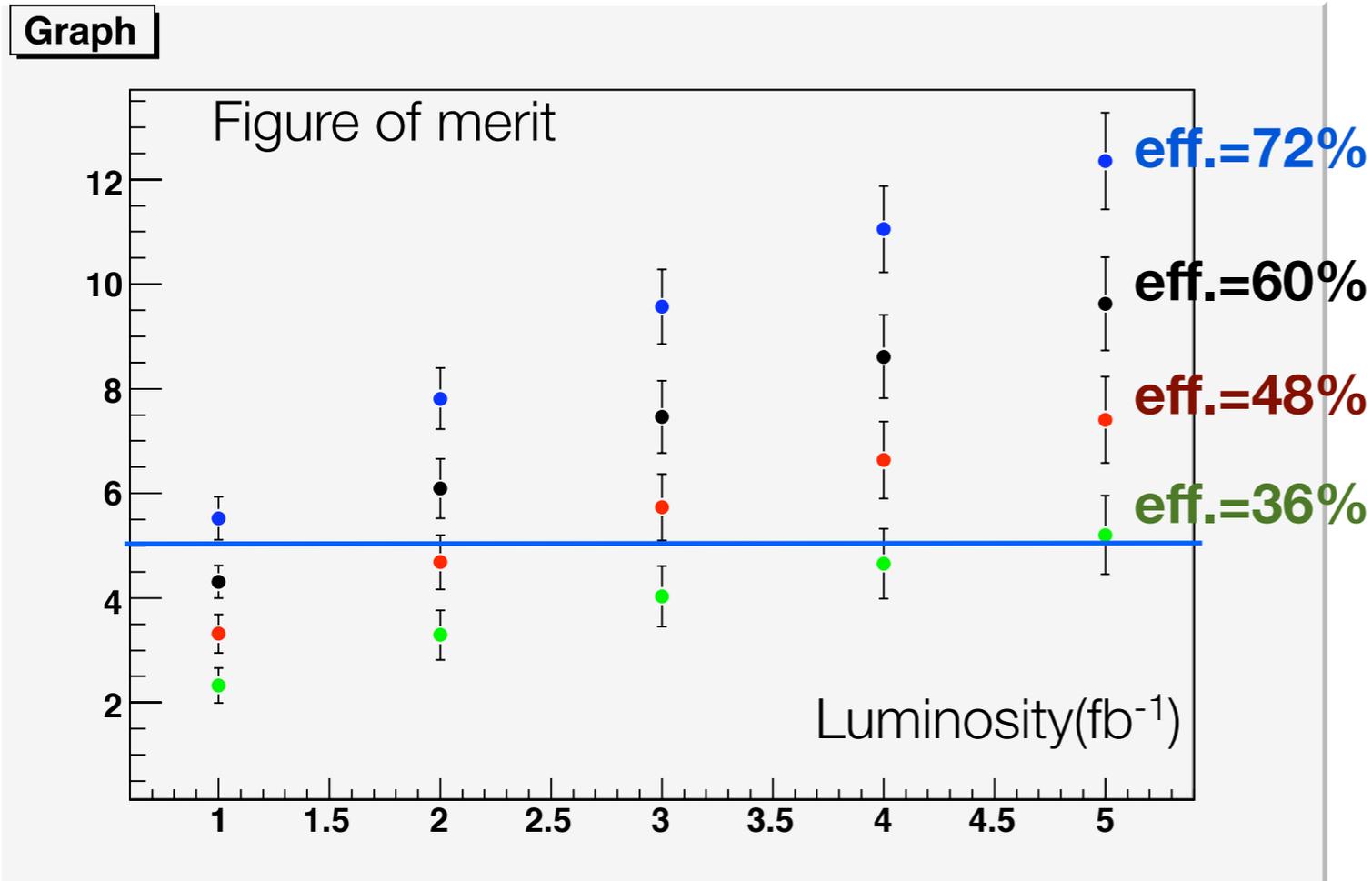
Luminosity  $\sim 10 \text{ fb}^{-1}$



10  $\text{fb}^{-1}$  での発見限界：  
b-tagging性能の  
50% 低下

# Survey on b-tagging efficiency (2)

- Luminosity に対する Higgs 検出能力



実験初期の統計(1 fb<sup>-1</sup>)で  
Higgsを発見するには：  
b-tagging性能を20%増

b-tagging 性能が 20% 低下：  
統計量 3 fb<sup>-1</sup>でHiggs 発見

# Summary

---

- SUSY 由来の Higgs を、特定の mSUGRA ポイント (SU9) において、MC を使って見る事ができた。
- b-tagging 性能の Higgs 粒子検出力への影響を調べた。
  - 現在予想されている b-tagging 性能であれば、 $2 \text{ fb}^{-1}$  の統計量で、
  - 性能が 20% 増減すれば、それぞれ  $1 \text{ fb}^{-1}$ 、 $3 \text{ fb}^{-1}$  で、Higgs の検出が可能である。
- 展望：  
Fast simulation を利用して、別なポイントをつくり、Higgs 検出が可能ないパラメーターの範囲を調べる。

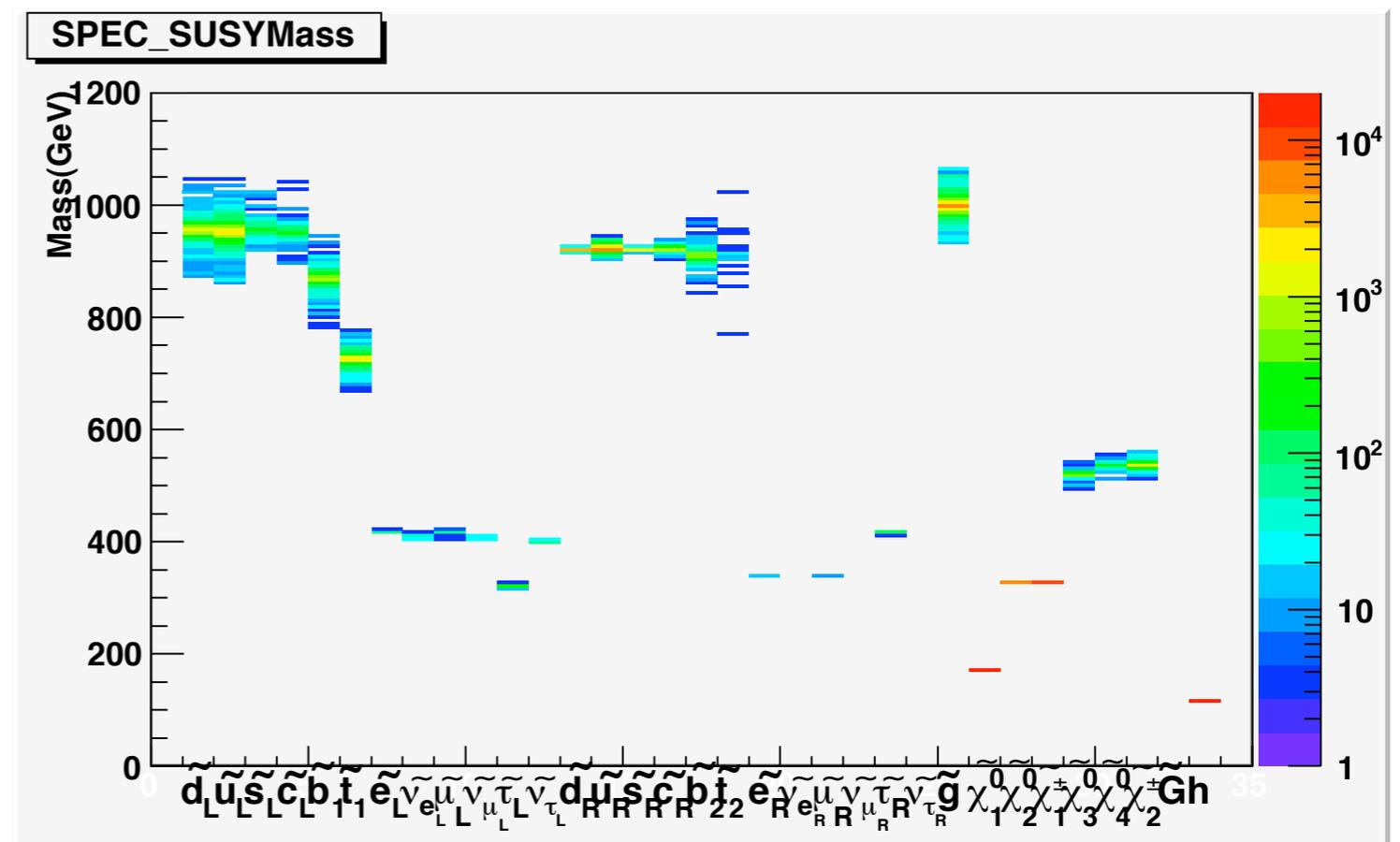
backup slides

# Mass point SU9

- SU9 mass spectrum

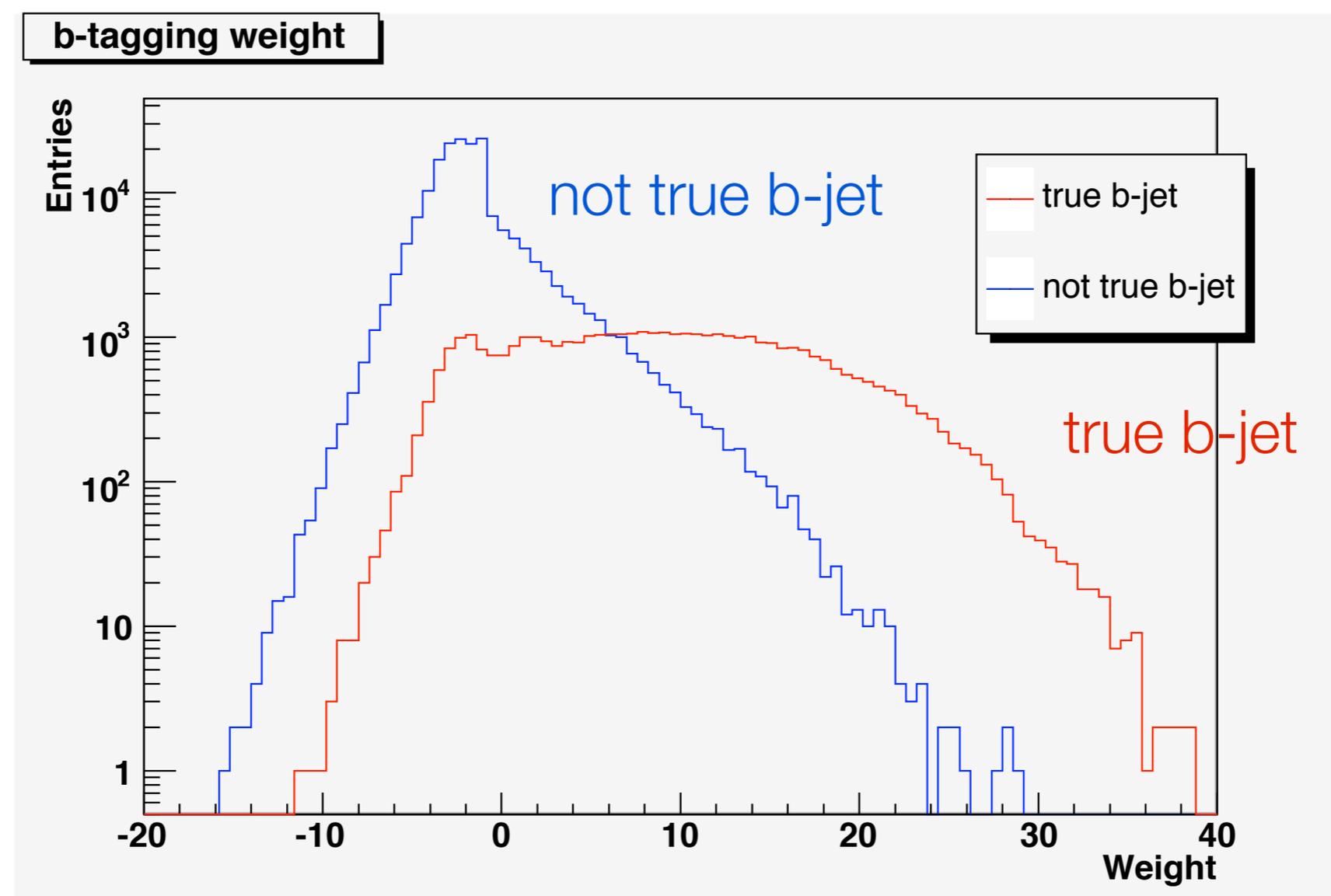
$$\text{BR}(\tilde{\chi}_2^0 \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 h) \sim 87\%$$

(CSC Note)



# Weight 分布

- MCにおけるweightの分布



# Look-up table for b-tagging

---

- LUTとweightとの比較

Weight	b-tagging efficiency	b-tagging fake rate
6.2	0.60	0.031
5	0.67	0.049
4	0.69	0.056
3	0.74	0.083
LUT	b-tagging efficiency	b-tagging fake rate
for 60%	0.60	0.021
for 70%	0.70	0.040