ATLAS 実験のための
Vector Boson Fusion 由来 Higgs の
シミュレーションの解析
高木 崇志
年末発表会 2009

ATLAS EXPERIMENT (I)

LHC/ATLAS

- ・スイス フランス国境をまたぐ 世界最大の加速器施設 LHC
- 全周長約27km (大阪環状線 21.7km)重心エネルギー I4TeV



陽子のエネルギーと速さ

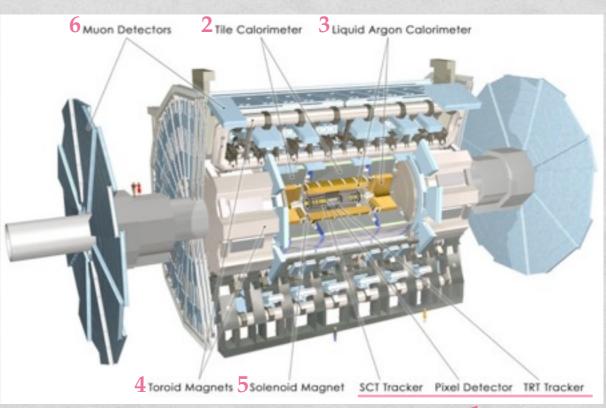
Energy of Proton	Fraction of Speed of Light		
1eV	0.00005		
1MeV (10 ⁶ eV)	0.046		
1 GeV (10 ⁹ eV)	0.875		
1 TeV (10 ¹² eV)	0.9999956		
7 TeV	0.99999991		

ATLAS EXPERIMENT (2)

John Strategic Land Barrier Land

- 加速器(周長27km)
 - ・陽子が軌道内にあるように磁場で支持
 - ・10¹⁸陽子を1バンチとし、秒間4千万 回交差
- 検出器(高さ22m、重さ7kt)
 - 1.トラッキングディテクター
 - 2. ハドロンカロリメーター
 - 3. EMカロリメーター
 - 4. ミューオントロイダルマグネット
 - 5. ソレノイドマグネット
 - 6. ミューオン検出器



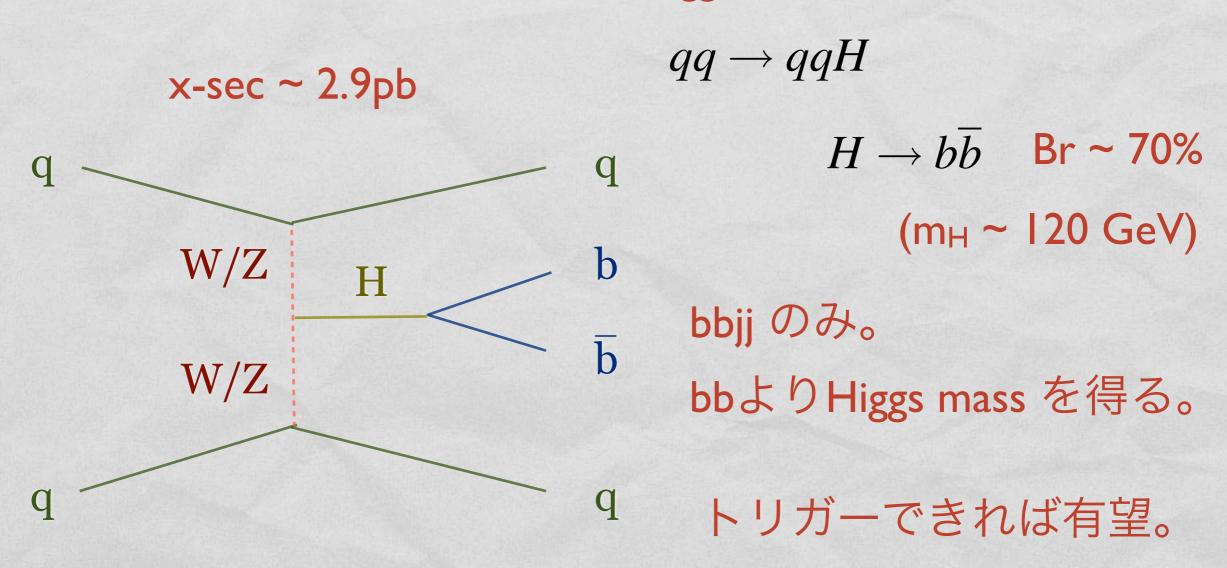


ATLAS EXPERIMENT (3)

- ATLAS が目指していること
- Higgs 粒子の発見 質量の起源である Higgs の探索。 標準理論の完成を目指す。
- 超対称性粒子(SUSY)の発見
 SM 粒子に対して、ボソンとフェルミオンを入れ替えた 超対称性粒子の存在の検証。 最も軽い超対称性粒子はダークマターの有力候補。
- 余剰次元 余剰次元理論が正しければブラックホールの形成が可能。

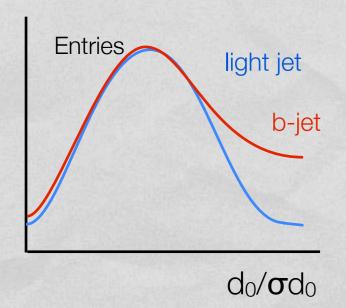
SEARCH FOR HIGGS

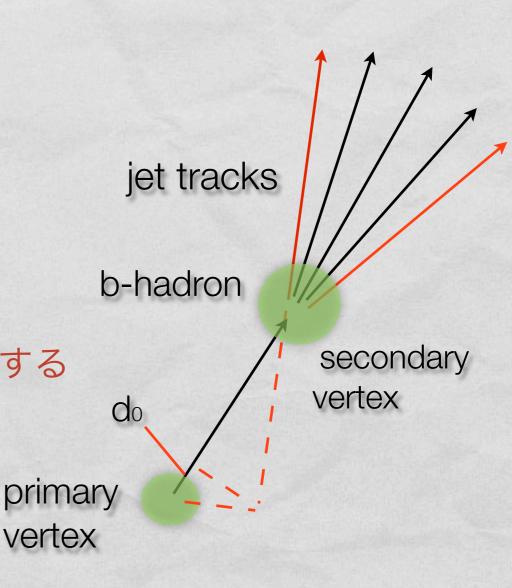
Vector Boson Fusion
 SM における断面積の大きな Higgs 生成素過程



B-TAGGING とは何だろう?

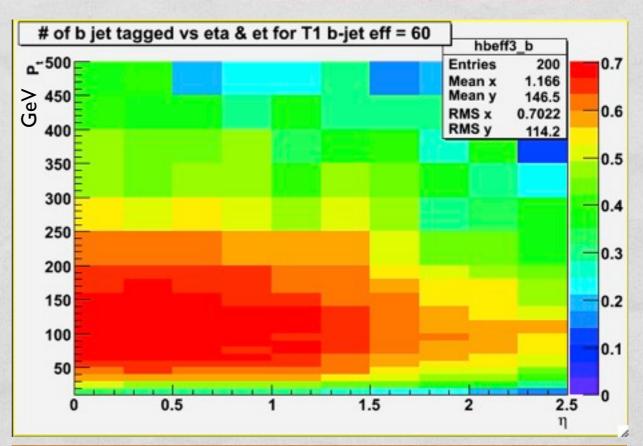
- b-taggingb-quark 由来の jet を同定する。
 - Secondary vertex を持つ傾向
 - Significance do が大きい傾向
- これらよりつくった likelihood ratio でtagする





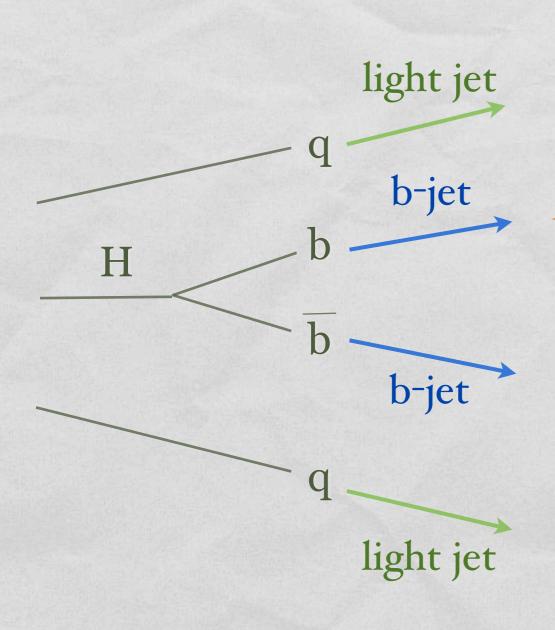
B-TAGGING: LOOK-UP TABLES

- Look-up 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。
 (内田さんによる)
- b-tagging の 詳細な 情報を持たない fast simulation(Atlfast) である今回の QCD background に、full simu. と同じ b-tagging を与えることができる。



(図) ttbar イベントにおける btagging eff. を 60% としたときの、true
b-jet が b-jet として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。

B-TAGGING: TRIGGER



bbjj のみではトリガーできない。 ⇒ muon の出るイベントではどうか?

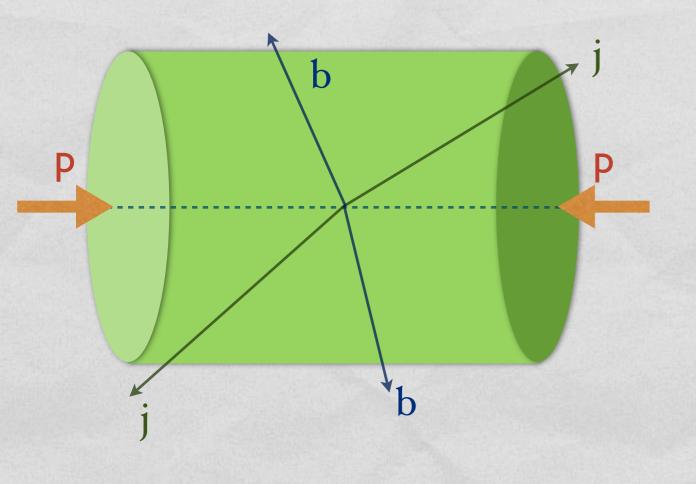
この b-jet は 20% の確率で μ を 発する。

b-jet 2本では、36%の確率で μ を lつ以上含む。

 \Rightarrow

36%の確率で μ を含むサンプルと 100% μ を含むサンプルとで、 m_H の比較を行う。

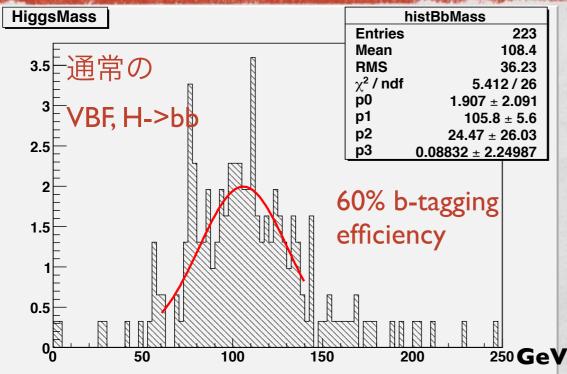
イベントセレクション

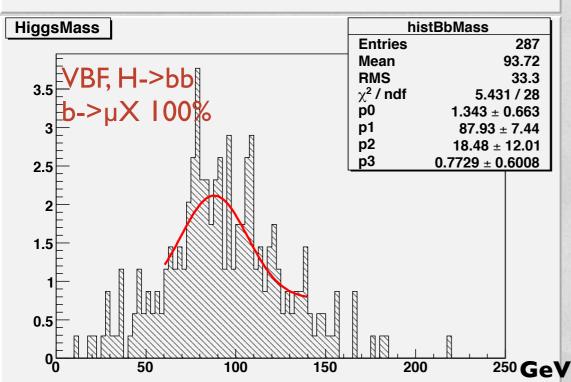


- イベント中の沢山の jet から、
- 最もηの小さい jet 2本を選択、b-tagging を要求
- 最もptの大きい jet 2本を選択
 - ・その $|\eta|$ は大きい
 - ・eta は逆符号 $\eta_{j1} imes\eta_{j2}<0$
 - ・mjj は大きい
- pT カット

など

MUON 含むトリガーで大丈夫?





• 2本の true b-jet から Higgs の mass を組んだ。

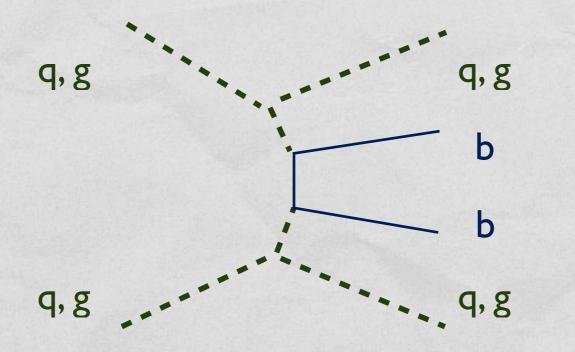
上:通常のqq->qqH, H->bb。mean = 106, sigma = 24.5

下: qq->qqH, H->bb, $b->\mu X$ 100% mean = 88.0, sigma = 18.5

トリガーにµを使っても、シグナ ルはそれほど大きく変化しない。

QCDバックグラウンド

• qq o qqH, H o bb シグナルにおいて、最も厄介なバックグラウンドは QCD bbNj backgrounds である。



bbjj QCD background

- Cross sections
 - bb2j(w/VBF pT, eta cuts) ~1660 pb(SGの約570倍)~

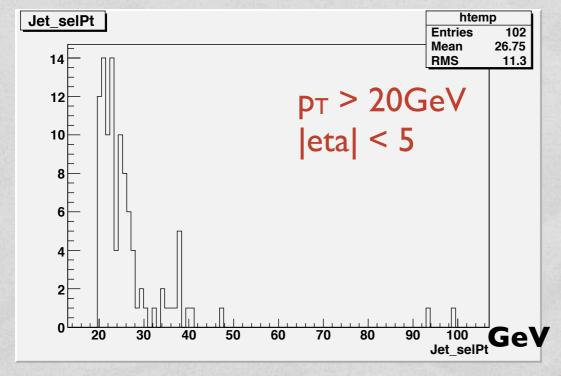
● bb3j(w/VBF pT, eta cuts) ~770 pb (SGの約260倍)

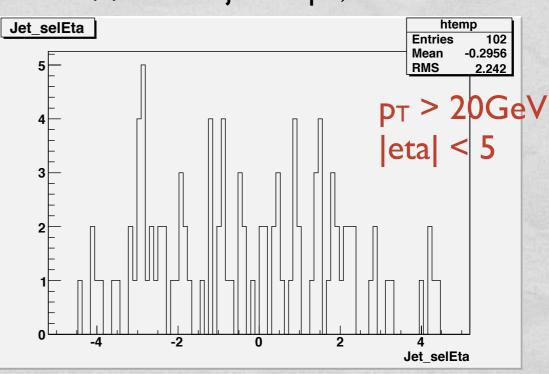
これらをどうやって とりのぞくか

CAVERN とか MINIMUM BIASとか

- Cavern ・・・放射線バックグラウンド。特に熱中性子や低エネルギー電子による。
- Minimum bias ・・・運動量移行の小さいパートン衝突。cross section が非常に大きい。

6500 events 分の minimum bias に含まれる jet の pT, eta





シグナル: CUT のために

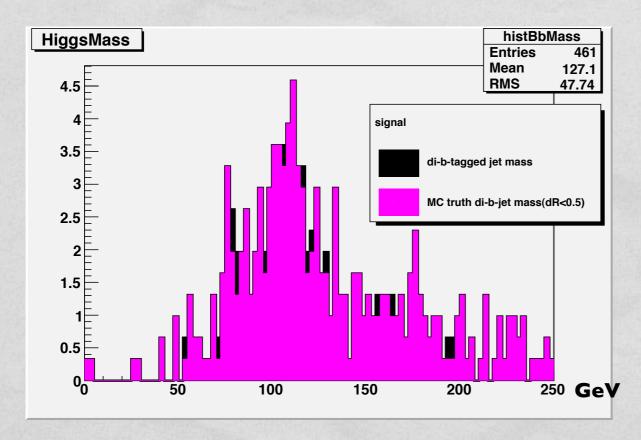
• シグナルイベントについて、di-b-jet mass を組んだ。

ピンク:正しく b-tagging できた 2本の jets から

The state of the state of the state of

構成されたエントリー

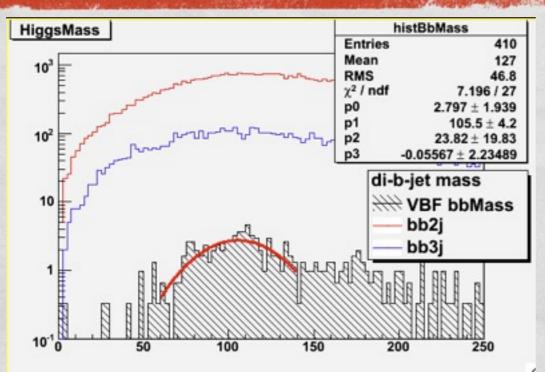
黒:そうでないもの

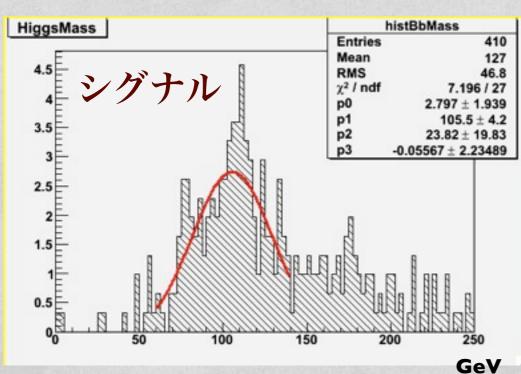


まだ minimum bias を 重ねていません。

殆どが正しいシグナルである。

バックグラウンド: CUT のために





bbjj(Nj)イベントに最初から入っている cuts

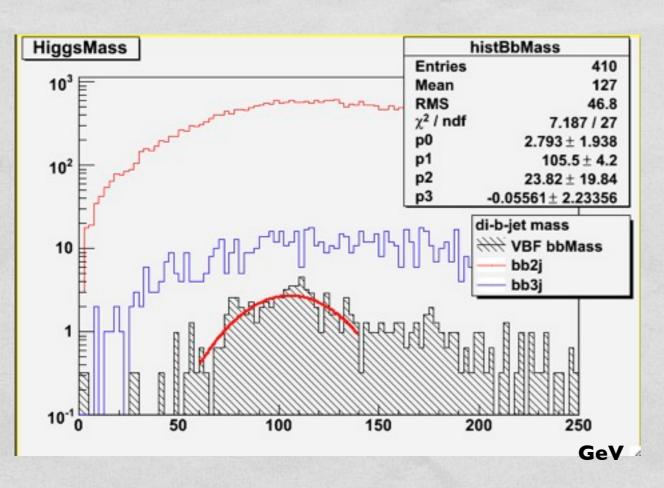
 $p_{Tb1,j1} > 40GeV, p_{Tb2,j2} > 20GeV, |eta_b| < 2.5,$

 Δ eta_{jj} > 2.5, M_{jj} > 400 GeV, Δ R_{bj} > 0

@1fb-1

cuts	FoM	SG	bb2j	bbNj
default	0.385	71.0	28689	5243
Δeta _{jj} > 2.5 -> 4	0.408	64.1	21436	3253
ΔRbj > 0 -> 1.2	0.412	63.4	20621	3067

JETの本数によるCUT



ここまで掛けていなかった、extra jet に対する cut を追加。(|eta|<3に余分なjetがないとした)

cuts	FoM	SG	bb2j	bbNj
extra jets	0.509	62.4	14660	314

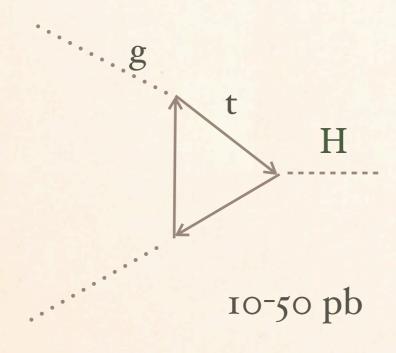
I00 fb⁻¹ 以上の統計量があれ ば、発見(FoM>5)できそうだ。

まとめと展望

- VBF, H->bb は SM Higgs の発見に有望なイベントである。
- VBF, H->bb と、その主要な BG である QCD bbNj について、シミュレーションの解析を行った。
 - 100 fb-1 以上の統計があれば発見できそうである。
- 残るトリガーの問題を解決したい。

BACKUPS

Gluon Fusion



(Vector Boson Fusion)

q

W/Z

H

W/Z

H

q

q - 2.9 pb

Higgs 生成過程で 2番めに大きな断面積

Backgrounds

jjjj: トリガー段階で落とす。最も多いBG。

bbjj, tt: offline で落とす。