

LHC-ATLAS実験における WH->Inubbを用いたヒッグス粒子の探索

黒崎龍平、川本辰男^A

江成祐二^A

東大理、東大素セ^A



東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

日本物理学会 2012年秋季大会
京都産業大学
13aSH-4



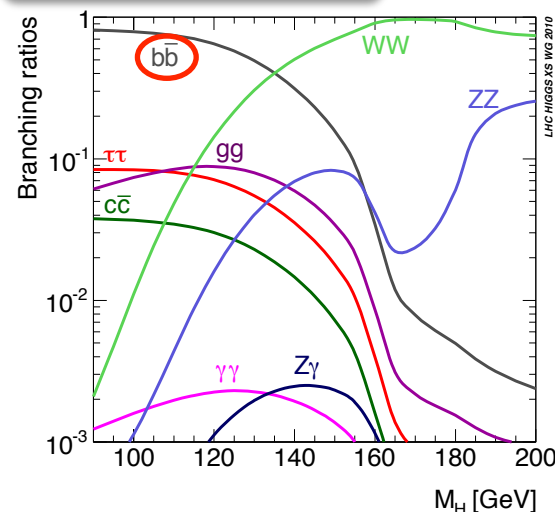
ATLAS

Introduction

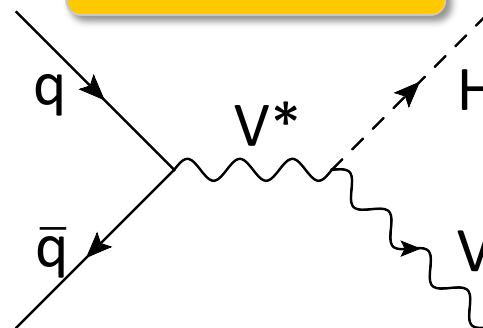


- **H->bb** : 126GeVのHiggsからの崩壊比が60%弱と大きいのが特徴。
- **ggF,VBF** : 生成断面積の大きい過程。終状態がjetのみとなるため、有効なトリガーが無い、信号が膨大なQCD背景事象に隠れるなどの問題があり、発見の感度が悪い。
- **VH随伴生成** : 生成断面積は小さいが、W/Zの崩壊で生じる、運動量の大きなレプトンでトリガーを掛けられ、同時に背景事象も抑制出来る。H->bb探索のメインチャンネル。
 - WH->lνbb : 本講演
 - ZH->ννbb : Next(木内さん)
 - ZH->llbb
- **ttH随伴生成** : 終状態にH->bb以外のb-jetを含むなど、難しいチャンネル。

ヒッグスの崩壊比



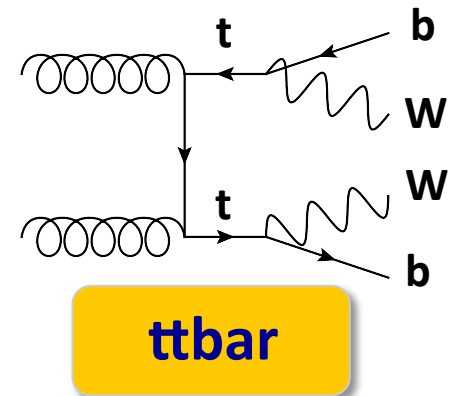
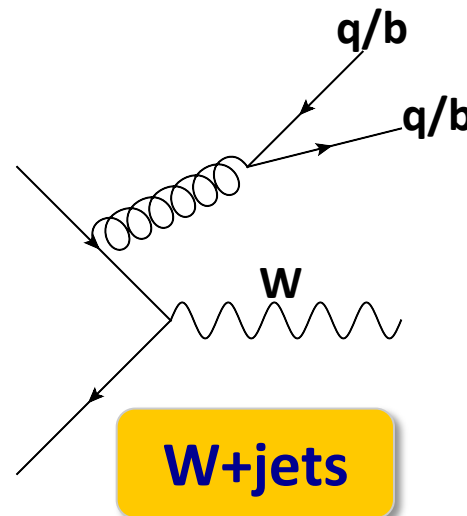
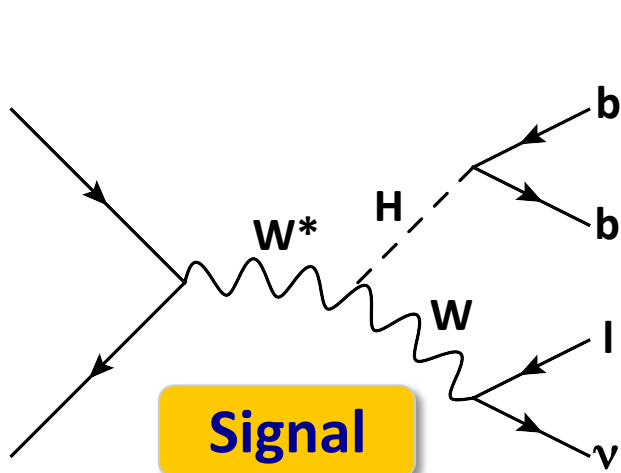
随伴生成(VH)



Background Process



| BG Process | MC Generator | Comment |
|---------------|---------------|--|
| W+jets | Powheg/Sherpa | Wbb : irreducible, その他、W+c/W+lightも |
| ttbar | MC@NLO | tt->lvlvbb/lvqqbb |
| single top | MC@NLO/AcerMC | tb->lvbb : irreducible |
| QCD multijet | (Data Driven) | jetがleptonにfakeする事象 |
| Diboson | Herwig | WZ->lvbb : irreducible, mbb=90GeV peak |
| Z+jets | Alpgen | |

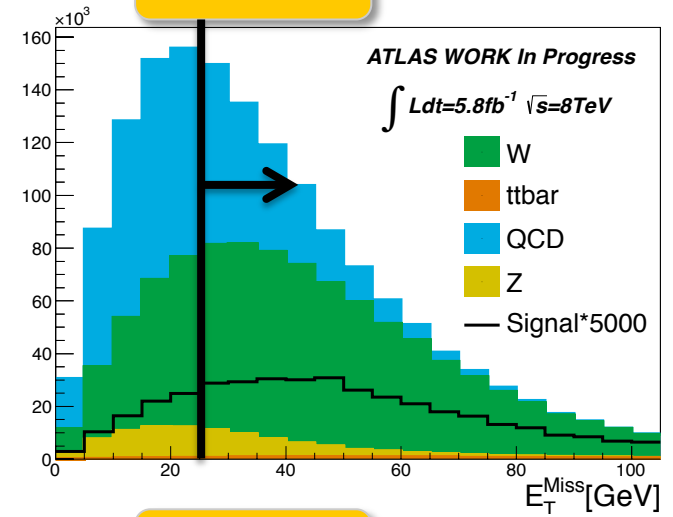


Event Selection

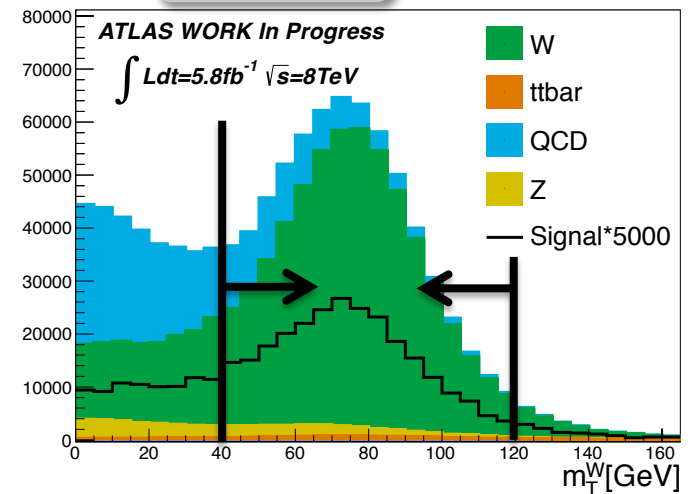


| | |
|-----------------|---|
| W->lν selection | <ul style="list-style-type: none"> Exact 1 lepton ($p_T > 25 \text{ GeV}$, $\eta < 2.47$ for e, $\eta < 2.5$ for μ) Missing ET (MET) $> 25 \text{ GeV}$ (*) Transverse Mass (M_T) : 40-120 GeV (*) <p>(*)例外あり(後述)</p> |
| bb selection | <ul style="list-style-type: none"> Exact 2 jets ($p_T > 20, 45 \text{ GeV}$, $\eta < 2.5$) b-tag for both jets <ul style="list-style-type: none"> b-tag efficiency : <ul style="list-style-type: none"> 約70% for b jets 約20% for c jets 約2% for light flavor jets |
| ttbar rejection | <ul style="list-style-type: none"> No additional leptons ($p_T > 10 \text{ GeV}$) No additional jets ($p_T > 20 \text{ GeV}$, $\eta < 4.5$) |

Missing ET



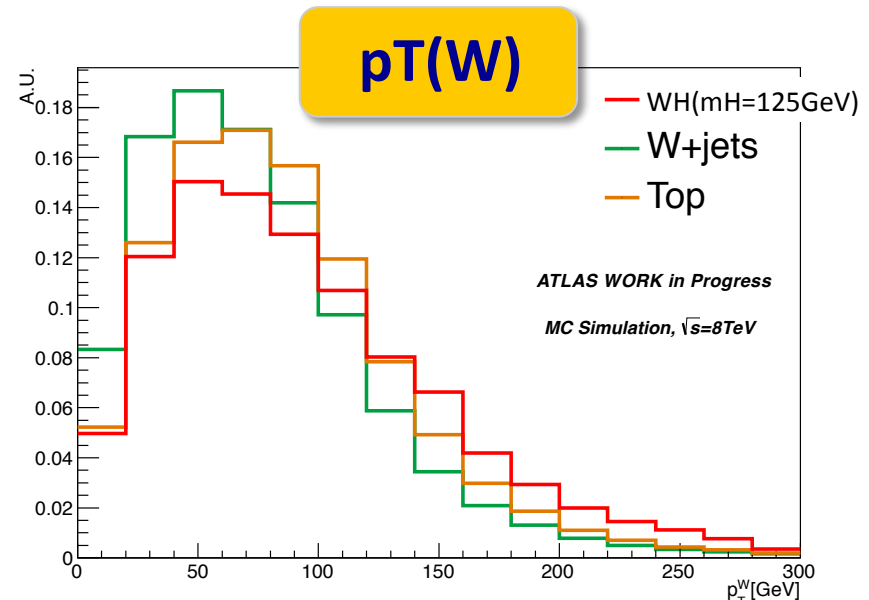
Transverse Mass



Categorization



- WHチャンネルは、HiggsとWが高いPtを持って生成された場合と、そうでない場合とで、S/N比が大きく変わる。
 - pTで分類することで、感度を上げることができる。
- 今回は、WのpTで5つのbinに分けた。
 - 0-50GeV
 - 50-100GeV
 - 100-150GeV
 - 150-200GeV
 - 200-GeV



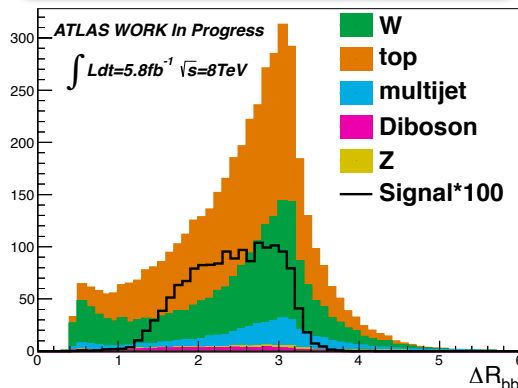
Optimization



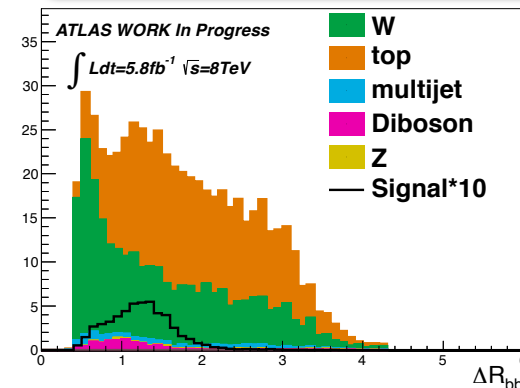
- pTWのbinごとに、信号事象、背景事象の分布は大きく変わってくる。
- それぞれのbinで、カットの閾値を最適化した。
- pTW>200GeVのbinでは、 $s/\sqrt{s+b}$ が約30%上昇

| | 0-50 | 50-100 | 100-150 | 150-200 | 200- |
|-----------------|--------|--------|---------|---------|-------|
| MET | 25- | 25- | 25- | 25- | 50- |
| MT | 40-120 | 40-120 | 40-120 | 0-120 | 0-120 |
| ΔR_{bb} | 0.7- | 0.7- | 0.7- | 0-1.6 | 0-1.4 |

ΔR_{bb} (pTW<150GeV)



ΔR_{bb} (pTW>150GeV)

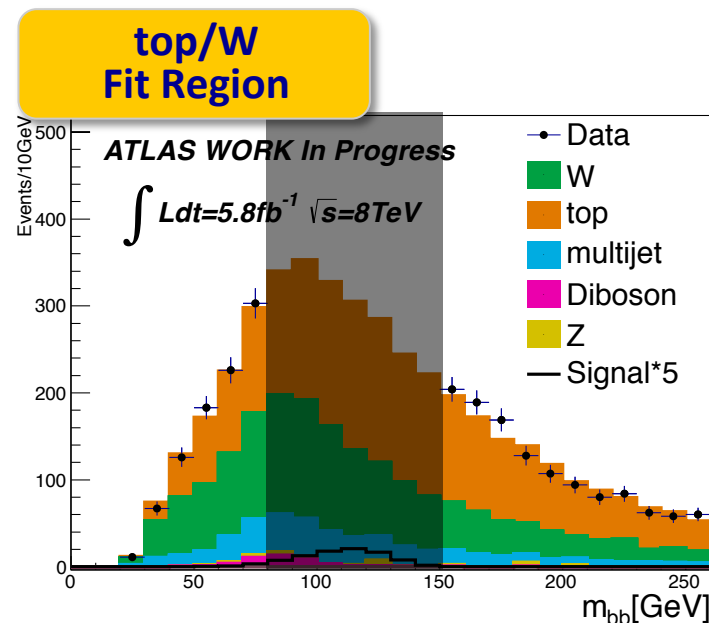


BG Estimation



| BG Process | |
|--------------|---|
| W+jets | MCから分布の形を見積もり、Di-b-jet mass分布のサイドバンド領域 (0-80GeV,150-250GeV) のデータにフィットすることで規格化 |
| top | W+jetsと同様に、MCから分布を見積もり、データから規格化した。フィットはW+jetsと同じ領域で、同時に行った。 |
| QCD multijet | Data Drivenで見積もった。 |
| Diboson | MCから見積もった。 |

- MCのb-tagについて
 - 例えばW+light jetは、b-tagによってイベント数が4桁落ちる。このためb-tagを要求するとMCの統計量が不足してしまう。
 - このようなMCに対しては、b-tag前の分布を、データから測定されたb-tag efficiencyでウエイトすることにより、b-tag後の分布を再現した。

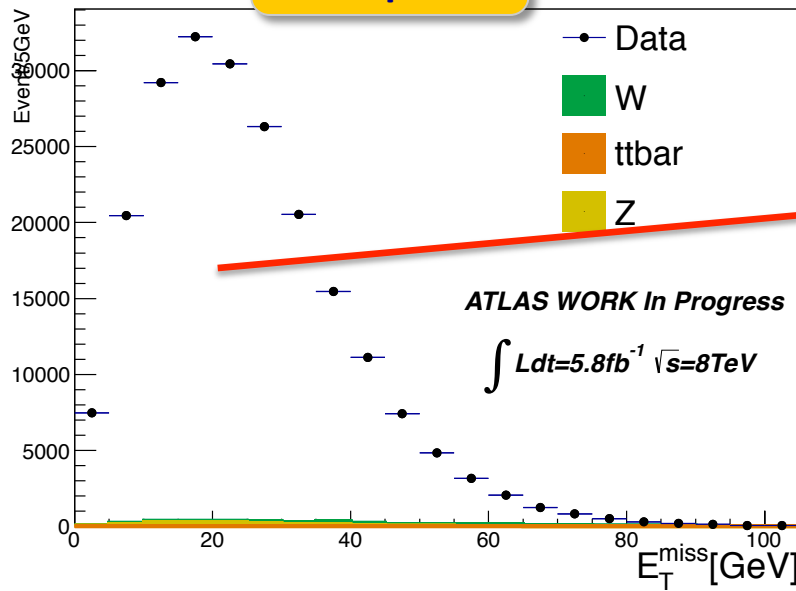


QCD Background Estimation

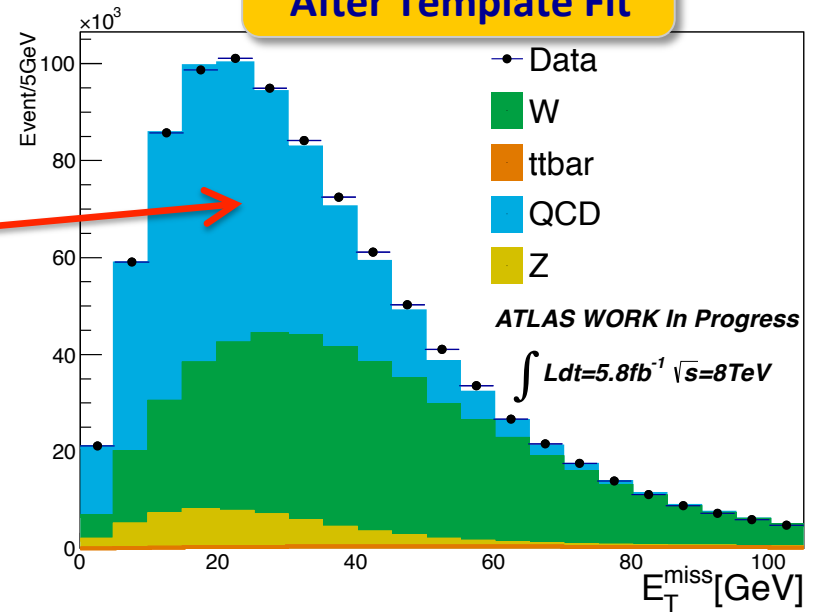


- QCD事象: ジェットがレプトンにフェイクすることで背景事象となりうる。
- こうしたイベントはシミュレーションによる見積もりが困難→データから見積もった。
- 今回、QCDの見積もりにはAnti-isolation Methodを使用した。
 - レプトンのIsolation cutを反転させて、フェイクレプトンが支配的となる分布を作り、これをQCD背景事象のテンプレートとする。
 - このテンプレートを、データにフィットして規格化し、QCD背景事象とした。

QCD
Template



Missing ET
After Template Fit

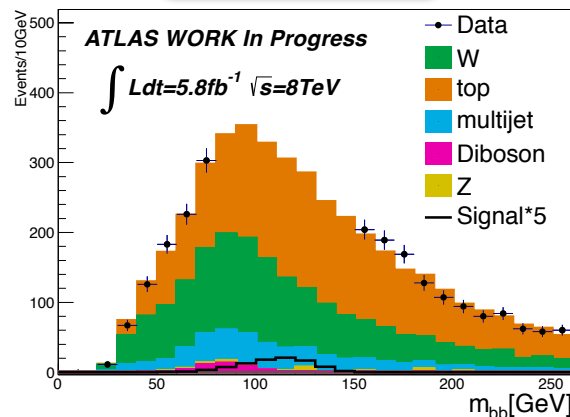


Result (Blind)

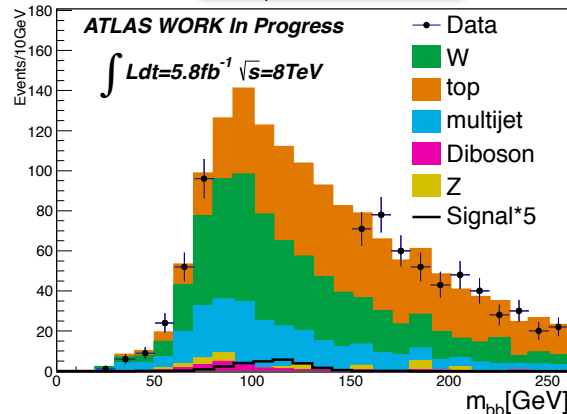


- Di b-jet Mass分布。
- シグナル領域(80-150GeV)のデータはブラインドしてある。

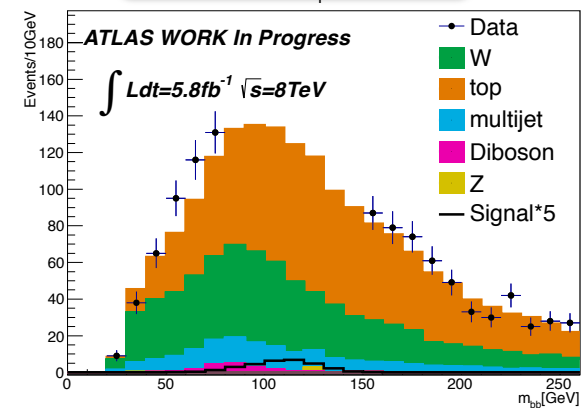
All



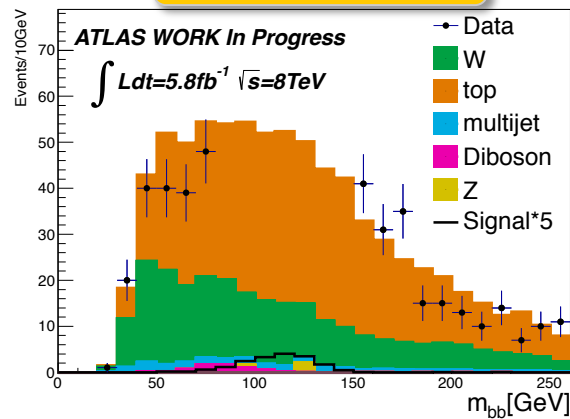
0-50GeV



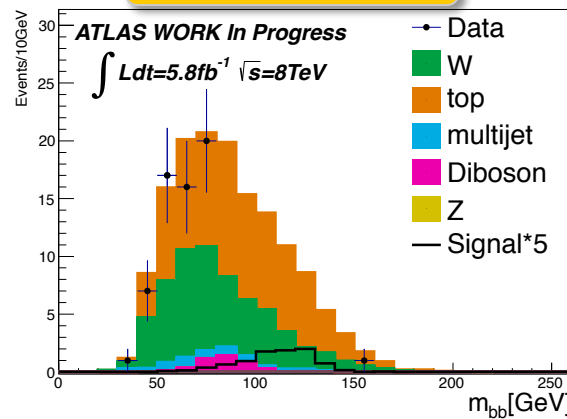
50-100GeV



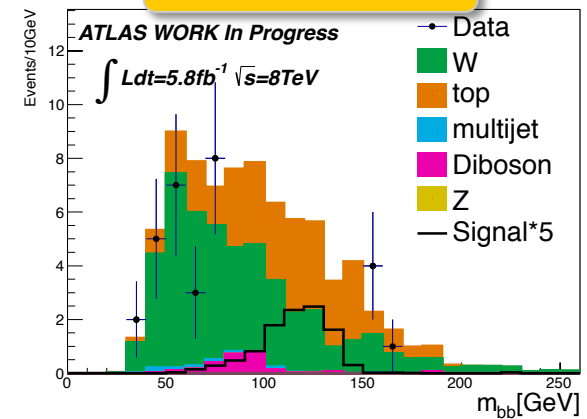
100-150GeV



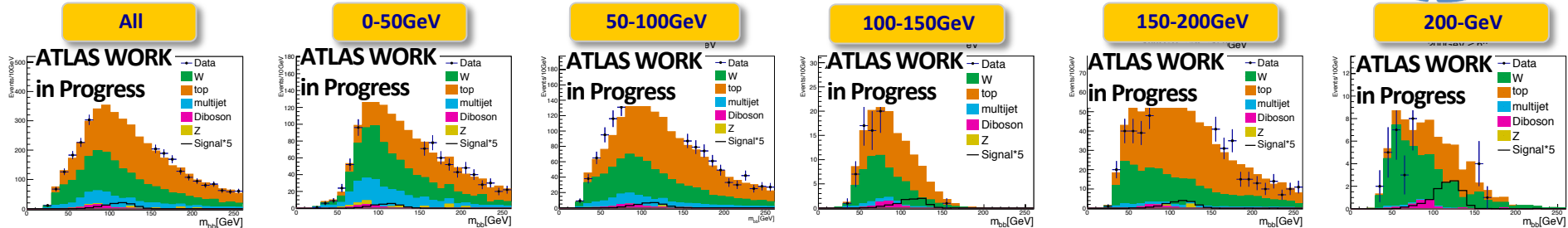
150-200GeV



200-GeV



Result (Blind)



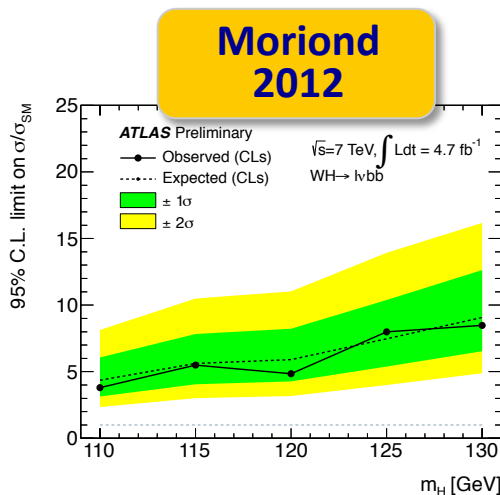
| | 0-50GeV | 50-100 | 100-150 | 150-200 | 200- | Combined | Not Categorized |
|--------------|---------|--------|---------|---------|------|-------------|-----------------|
| # of Signal | 4.57 | 5.58 | 3.31 | 1.63 | 1.97 | 17.1 | 17.1 |
| # of BG | 779 | 832 | 350 | 77.3 | 40.8 | 2080 | 2080 |
| Significance | 0.18 | 0.21 | 0.20 | 0.21 | 0.36 | 0.54 | 0.41 |

- Significance = $s/\sqrt{s+b}$ をヒストグラムの各binごとに計算し、二乗和をとったもの。系統誤差を考えない場合の大まかな発見感度を表している。
- High p_T binの感度が高く、Categorizeすることにより全体で30%のImprovementがあった。

まとめ／今後の予定



- WH- \rightarrow lvbbチャンネルでのHiggs探索を行った。
- サイドバンド領域において、データとよく一致する背景事象分布が得られた。
- 今後は、各背景事象ごとのコントロール領域における、データとの一致を確認する。
- また、系統誤差を導入し、リミット計算を行う。
- HCPに結果を出す。



5fb-1 \rightarrow 5+15?fb-1
7TeV \rightarrow 7TeV + 8TeV
Cut Optimization



HCP 2012

???

乞うご期待！

Backup



Number of Background Events



- Di-b-jet mass (80-150GeV)

| | 0-50GeV | 50-100 | 100-150 | 150-200 | 200- | All |
|-----------|---------|--------|---------|---------|------|------|
| Signal | 4.57 | 5.58 | 3.31 | 1.63 | 1.97 | 17.1 |
| Total BG | 779 | 832 | 350 | 77.3 | 40.8 | 2080 |
| W+jets | 316 | 270 | 88.7 | 23.3 | 17.7 | 716 |
| (W+light) | 24.9 | 20.8 | 6.14 | 0.99 | 0.58 | 53.5 |
| (W+c) | 150 | 140 | 49.6 | 11.8 | 7.23 | 359 |
| (W+b) | 141 | 109 | 33.0 | 10.6 | 9.92 | 303 |
| top | 301 | 477 | 246 | 49.2 | 21.1 | 1094 |
| multijet | 144 | 73.6 | 9.08 | 2.12 | 0.33 | 227 |
| Diboson | 9.81 | 10.2 | 3.56 | 2.68 | 1.65 | 27.9 |
| Z+jets | 8.90 | 1.90 | 2.62 | 0 | 0 | 13.4 |