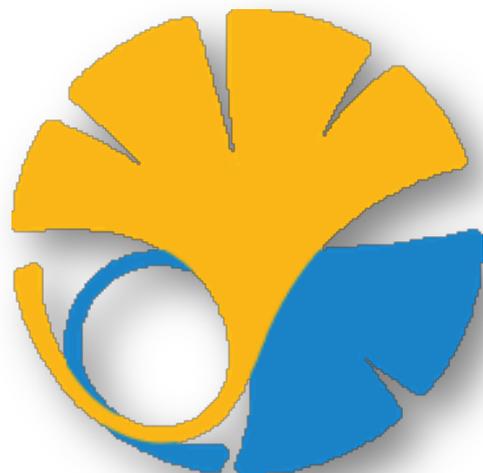


LHC-ATLAS実験におけるWW→lvlvモードを用いたヒッグス粒子の探索

増渕 達也

東京大学

素粒子物理国際研究センター



アウトライン

- ヒッグス粒子探索の現状
- ヒッグス探索のストラテジー
 - イベントセレクション
 - 背景事象の見積り
- 結果と今後の展望



ヒッグス粒子探索の背景

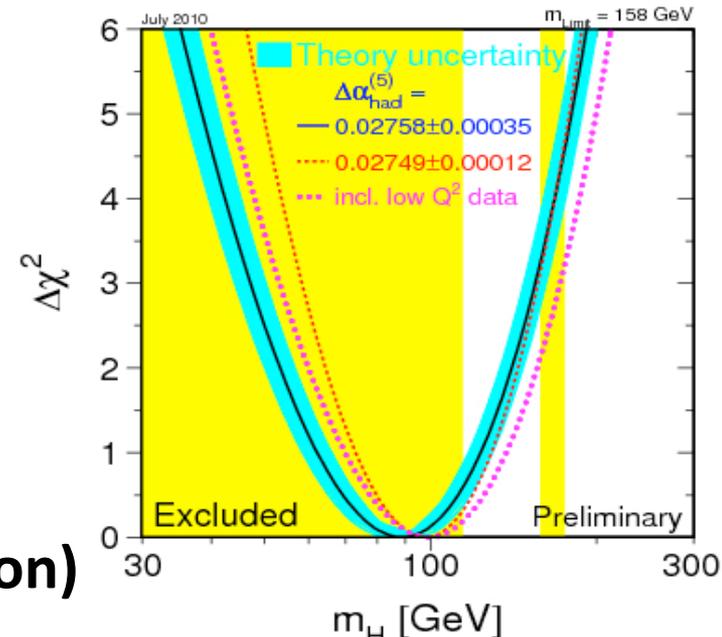
- 間接探索(EW global fit)

$$m_H = 85^{+35}_{-29} \text{ GeV}$$

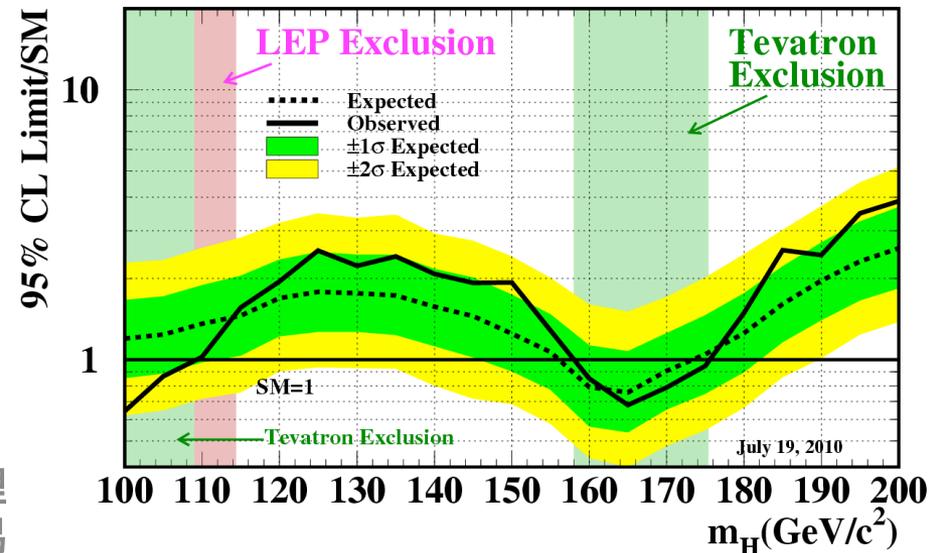
(<158 GeV@95% C.L.)

- 直接探索(Tevatron+LEP)

- $m_H > 114.4 \text{ GeV}$ (LEP)
- Exclude $158 < m_H < 173 \text{ GeV}$ (Tevatron)



Tevatron Run II Preliminary, $\langle L \rangle = 5.9 \text{ fb}^{-1}$



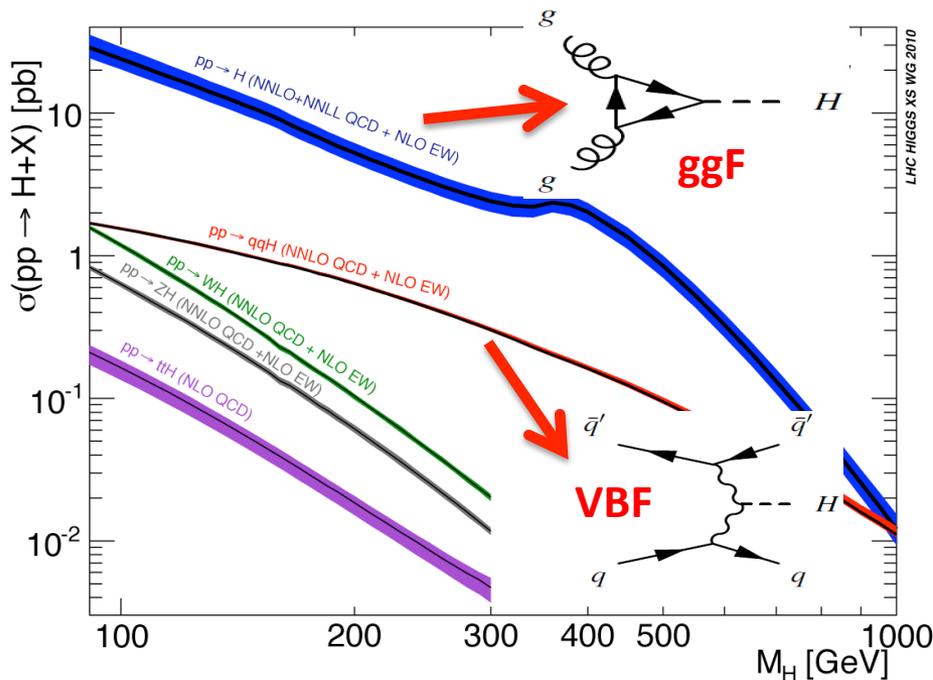
現在の実験から示唆される
ヒッグスの存在領域

$$114.4 \text{ GeV} < m_H < 158 \text{ GeV}$$

LHCでのヒッグス粒子探索

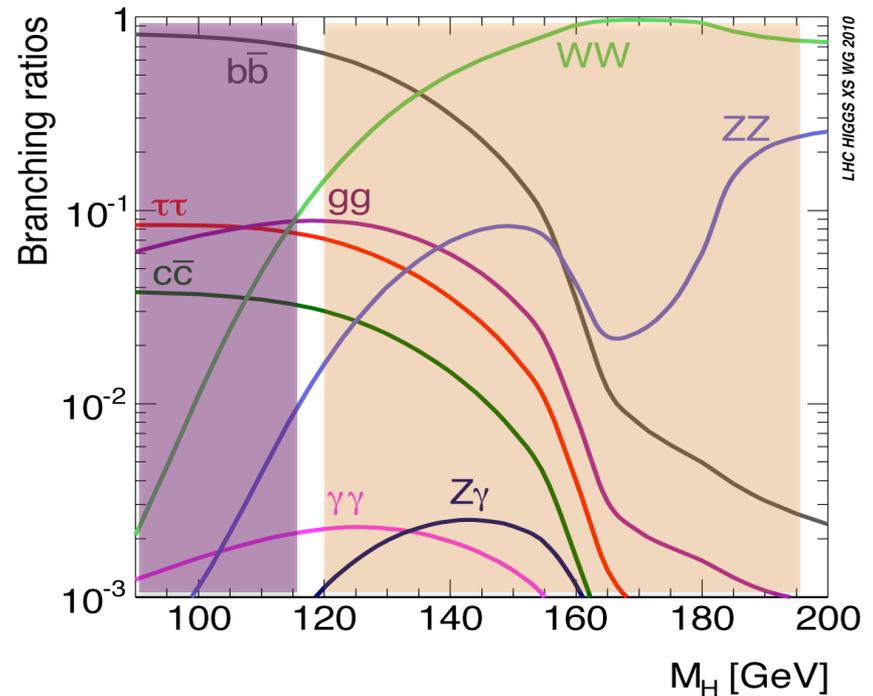
ヒッグス粒子の生成

- ggFプロセスが最も高い生成断面積:
1~10pb(Tevatronの10~20倍!!)
- VBFプロセスが次に高い生成断面積:
~1pb(Forward jet signature →
S/Bが良い)



ヒッグス粒子の崩壊

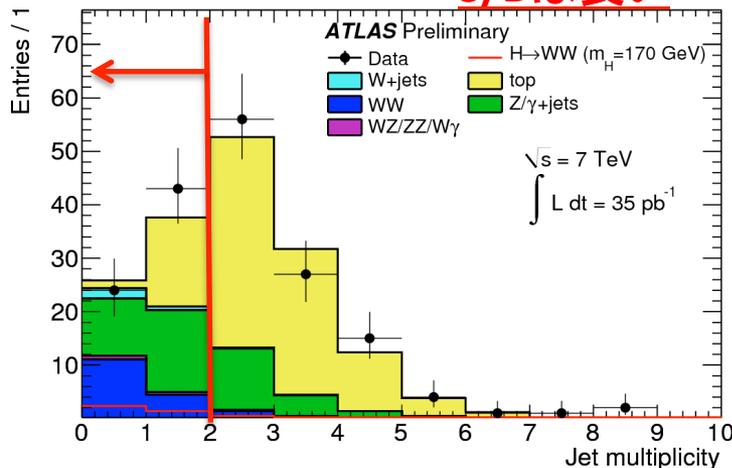
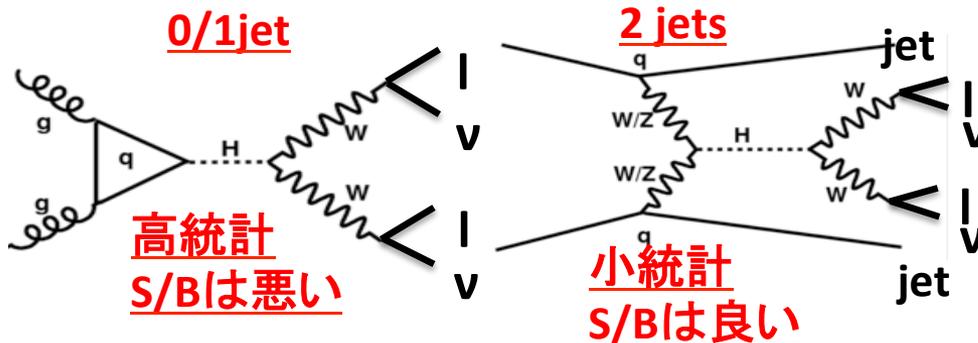
- 低い質量領域 $H \rightarrow \tau\tau$, $H \rightarrow \gamma\gamma$ が有望, $H \rightarrow bb$ はQCD背景事象のため探索は困難
- 高い質量領域 $H \rightarrow WW$, $H \rightarrow ZZ$ が有望 ($m_H > 200$ は後藤君のトーク)
- LHCでは $m_H \sim 120$ GeVまで有望



H → WW探索ストラテジー

- H → WW → lνlνモードを解析
- 2010年に取得された35 pb⁻¹を用いて解析
- 終状態はll+MET+0/1/2 jets
- 今回は0/1jetの解析に焦点を当てて紹介

WW	W → lν	W → qq
W → lν	10% (best S/B)	22% (good S/B)
W → qq	22% (good S/B)	46% (bad S/B)



プリセレクション	
異符号を持つ2つのhigh-p _T lepton	
Z boson veto, M _{ll} - M _Z > 10 GeV	
high MET	
0jet	1jet
p _T ^{ll} > 30 GeV	b-jet veto
	p _T ^{ll+MET+j} < 30 GeV
	Z → ττ veto

H → WW 探索戦略

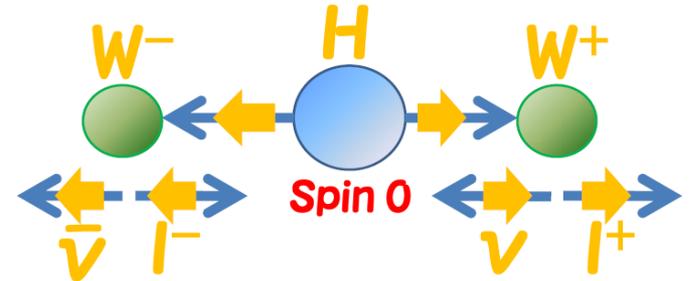
- H(スピン0) → WW崩壊のため、レプトンはスピン相関を持つ(荷電レプトンは同方向に観測される) → $\Delta\phi_{ll}$, m_{ll} が小さいのが信号の特徴: $m_H \geq 170$ GeV と $m_H < 170$ に分けて感度を最適化

トポロジカルセレクション

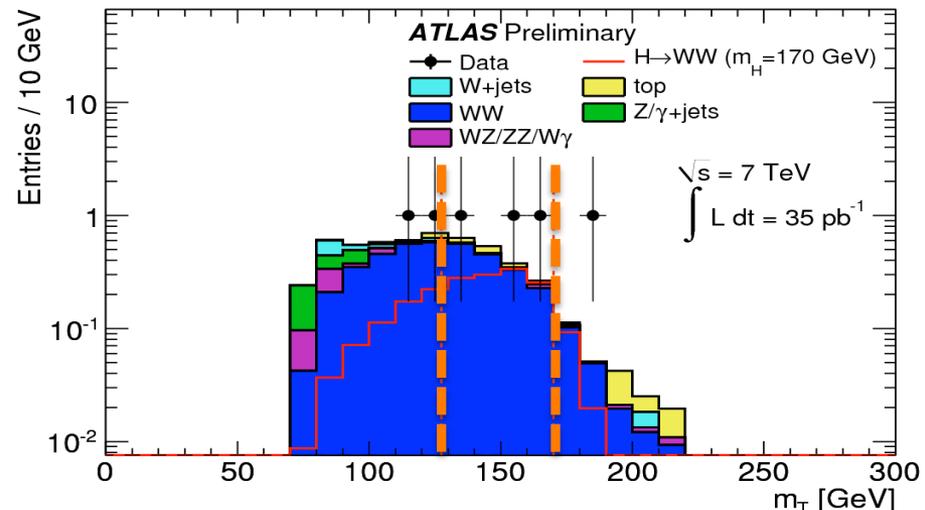
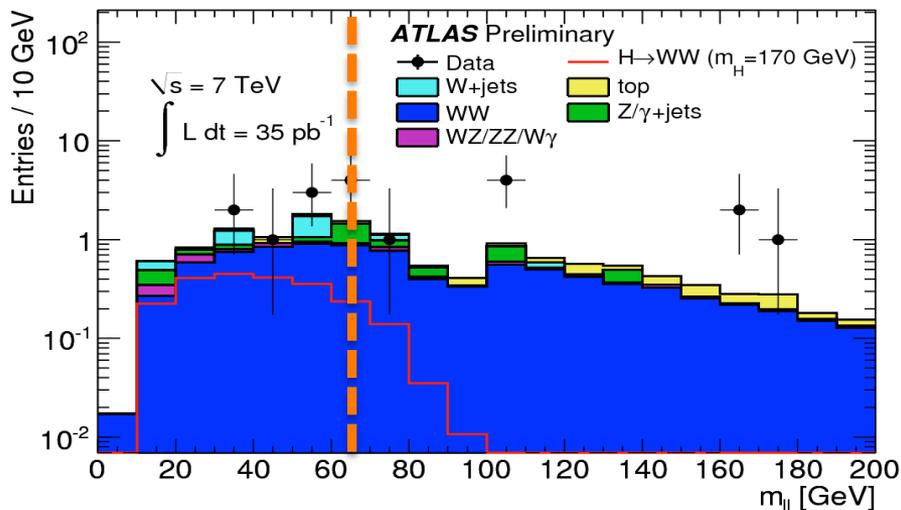
$$m_{ll} < 50 \text{ (65) GeV}$$

$$\Delta\phi_{ll} < 1.3 \text{ (1.8)}$$

$$0.75 * m_H < m_T < m_H$$



$$m_T = \sqrt{(E_T^{\ell\ell} + E_T^{\text{miss}})^2 - (\mathbf{P}_T^{\ell\ell} + \mathbf{P}_T^{\text{miss}})^2}$$

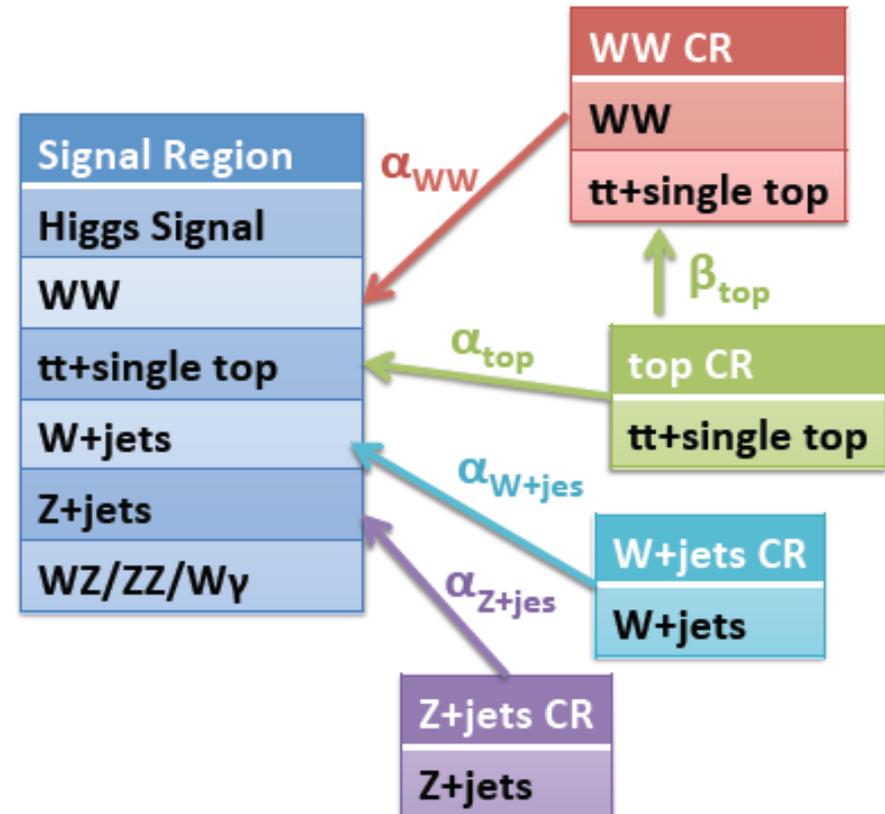


背景事象の見積り

- $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$ 信号はニュートリノのため質量ピークを再構成する事が困難 \rightarrow 背景事象の評価が重要
- 主な背景事象

- WW
- W+jets
- top(ttbar, single top)
- Z+jets

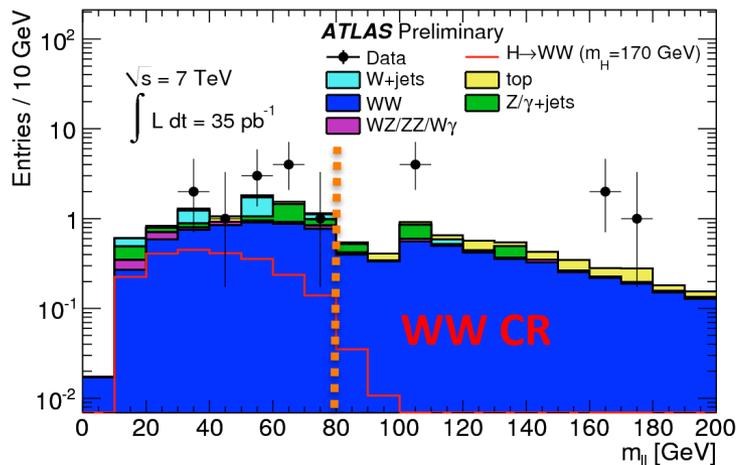
- 背景事象はそれぞれの背景事象が支配的なコントロールリージョン(CR)を設定しデータ/MCを用いて評価



背景事象の見積り

• WW

- WW CR: プリセレクション+ $M_{ll} > 80$ GeV (WWのyieldを測定)
- $\alpha_{WW} = N_{WW}^{SR} / N_{WW}^{CR}$ をMCで見積り信号領域に外挿

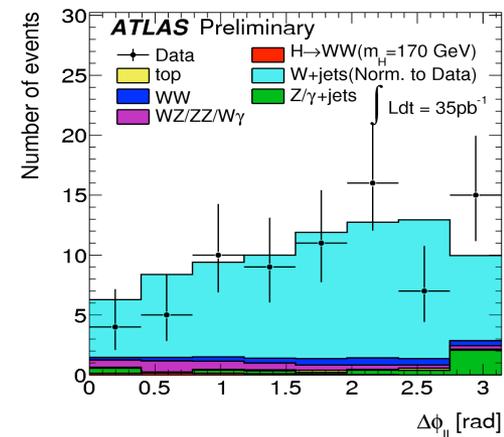
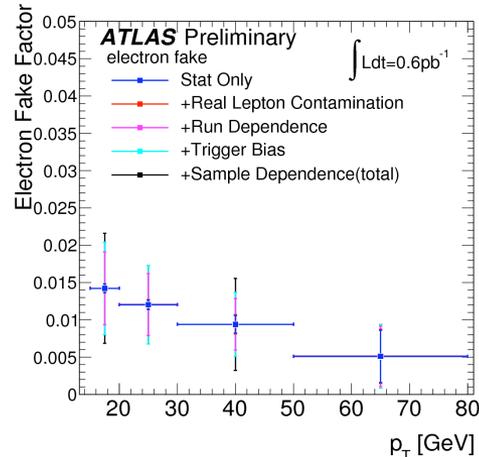


• W+jets

- 評価が困難な背景事象: ジェットからのフェイクレプトンが存在
- レプトンの1つをルースにセレクトしたW+jets CRとジェットデータから見積られたfake factorで推定

$$\frac{N_{\text{id obj}}}{N_{\text{fakeable obj}}} \times N_{\text{one id(from W)+one fakeable}}$$

W+jets control region
Fake Factor



背景事象の見積り

• top (0jet)

- inclusive $\ell\ell + \text{high MET}$ 領域 (topが支配的) から生成率をデータで測定

$$N_{\text{Top}}^{\text{Estimated}}(\ell\ell + E_{\text{T}}^{\text{miss}}, 0j) = N_{\text{Top}}^{\text{Data}}(\ell\ell + E_{\text{T}}^{\text{miss}}) \times P_2^{\text{Estimated}}$$

- jetが観測されない確率(P_2)をb-tag事象から測定し信号領域に外挿

• top (1jet)

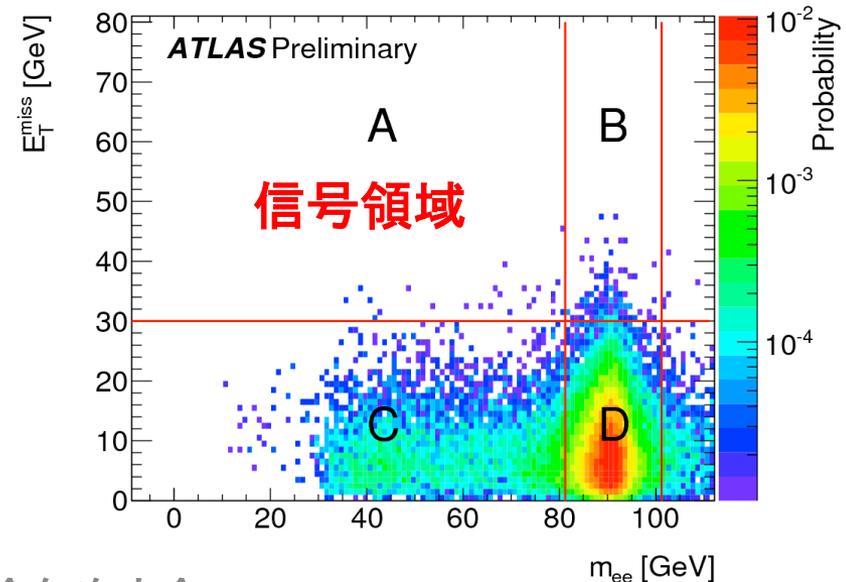
- b-tagされた事象をCRとしてtopのyieldをデータで評価
- $\alpha_{\text{top}} = N_{\text{top}}^{\text{SR}} / N_{\text{top}}^{\text{CR}}$ (MC) によって信号領域に外挿

• Z+jets

- MCベース: METのtailのモデリングはZ領域で見積られたファクターで補正

$$A_{\text{MC}}^{\text{corrected}} = A_{\text{MC}} \times \frac{B_{\text{data}} D_{\text{MC}}}{D_{\text{data}} B_{\text{MC}}}$$

補正ファクター



系統誤差

Background estimationの系統誤差

- W+jets ~50%
- top 40~70%
- Z+jets ~30-50%
- WW ~10-20%

→データ/MCの統計量から由来するものもあり今後改善する事が期待される

	α_{WW}	α_{top}	α_{W+jets}	β_{top}	α_{Z+jets}
<i>H + 0j analysis</i>					
WW MC Q^2 Scale	5%	–	–	–	–
Jet E Scale + Resolution	1.5%	–	–	–	4.6/5.0%
Algorithmic Uncertainty	–	69%	52/46%	–	–
MC Statistics	4.3%	–	–	–	47/21%
Total Uncertainty	7%	69%	52/46%	–	47/22%
<i>H + 1j analysis</i>					
WW MC Q^2 Scale	11%	–	–	–	–
Top MC Q^2 Scale	–	23%	–	7%	–
Jet E Scale + Resolution	9%	27%	–	11%	5.0/7.6%
b -tagging efficiency	–	22%	–	15%	–
Algorithmic Uncertainty	–	–	52/46%	–	–
MC Statistics	12.9%	–	–	6%	30/20%
Total Uncertainty	19%	42%	52/46%	20%	30/21%

Channel	Signal	Total Bkg.	Observed
0jet			
$e\mu$	$0.62 \pm 0.01 \pm 0.18$	$0.83 \pm 0.07 \pm 0.13$	1
ee	$0.20 \pm 0.01 \pm 0.07$	$0.25 \pm 0.08 \pm 0.04$	1
$\mu\mu$	$0.44 \pm 0.01 \pm 0.12$	$0.62 \pm 0.05 \pm 0.10$	1
1jet			
$e\mu$	$0.31 \pm 0.01 \pm 0.09$	$0.47 \pm 0.08 \pm 0.16$	0
ee	$0.08 \pm 0.01 \pm 0.03$	$0.23 \pm 0.04 \pm 0.06$	0
$\mu\mu$	$0.21 \pm 0.01 \pm 0.06$	$0.56 \pm 0.09 \pm 0.14$	1

$m_H = 170 \text{ GeV}$

0jet

S/B~0.7 : WW(85%), top(10%)

1jet

S/B~0.5 : WW(30%), top(40%)

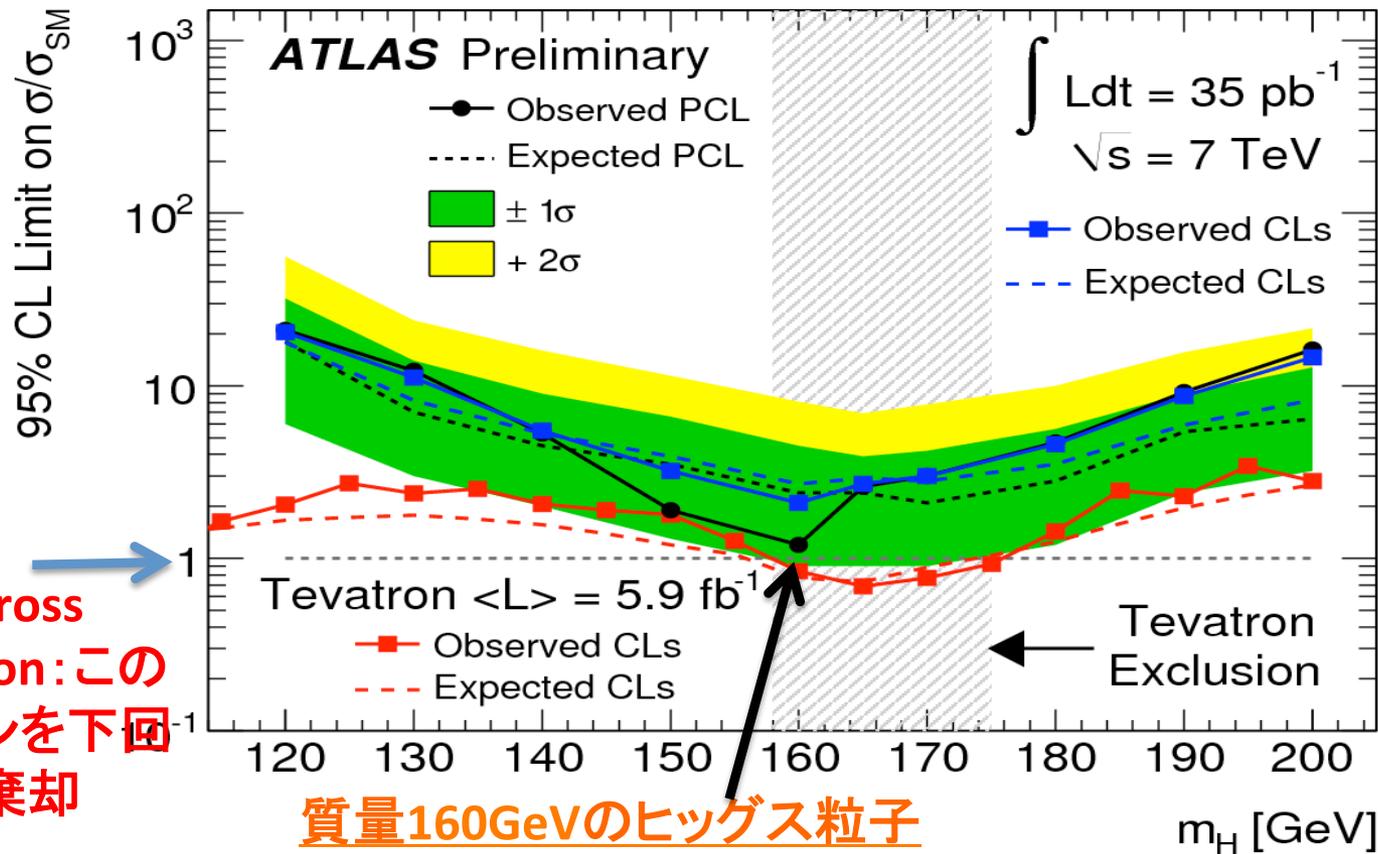
観測されたデータは背景事象と

無矛盾 → ヒッグスの兆候なし

次大会

2010年(35fb⁻¹)の結果

- 信頼度95%でのヒッグス粒子生成断面積の上限値



SM cross section: このラインを下回ると棄却

質量160GeVのヒッグス粒子
 観測された生成断面積に対する上限値
 $1.2 \times \sigma_{SM}$ (予測値 $2.4 \times \sigma_{SM}$)

今後の展望

2011年末までに $1\text{-}3\text{fb}^{-1}$

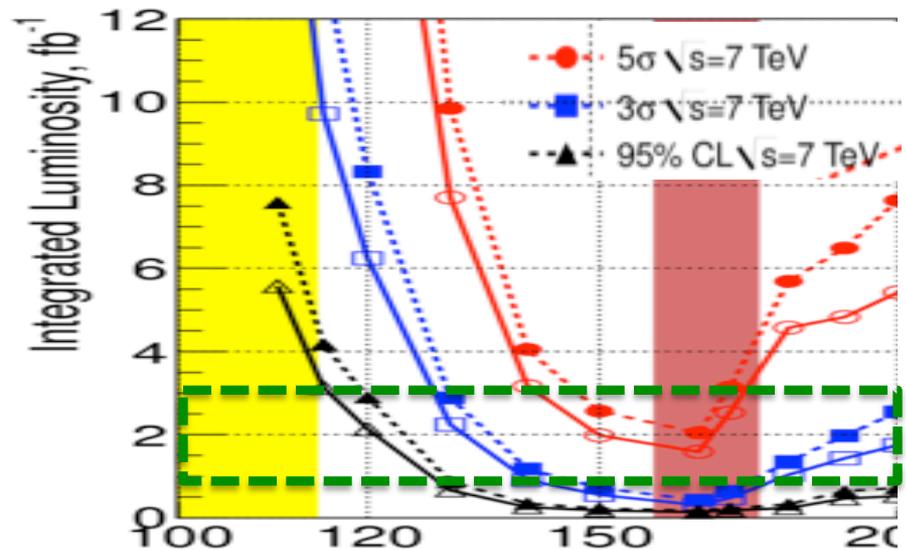
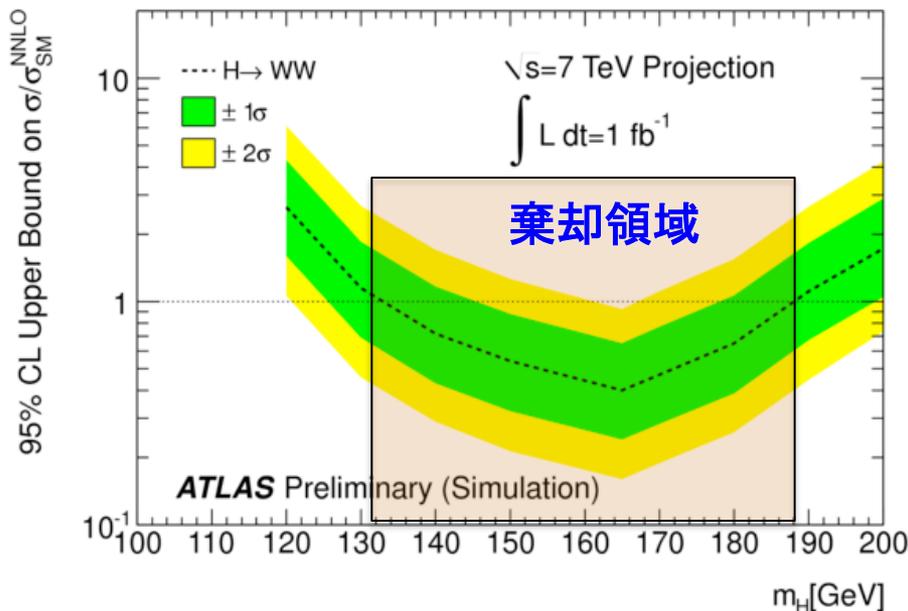
1fb^{-1} のデータ量

- 140-170 GeVに存在すれば 3σ

3fb^{-1} のデータ量

- 130 GeV以上に存在すれば 3σ
- 145-165 GeVに存在すれば 5σ

- 500pb^{-1} (今夏) Tevatronを超える感度に到達
- 1fb^{-1} で130-190 GeVにヒッグスが存在しなければ棄却可能



2011年3月25日

2011年日本物理学会年次大会
@新潟大学

まとめ

- 2010年ATLAS実験は順調にスタート
- 35pb^{-1} で $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$ チャンネルを用いてヒッグス粒子探索を行った
 - ヒッグス粒子の兆候は見られなかった → 生成断面積に上限値
 $m_H = 160\text{ GeV}$ で標準模型の1.2倍に迫る上限値
- 今夏には 500pb^{-1} を用いてTevatronの結果を超える事が見込まれる → **世界最高感度でヒッグス粒子探索**
- 2011年には $1\text{-}3\text{fb}^{-1}$ のデータ量
 - ヒッグス粒子の兆候が観測される可能性
 - 存在しなければかなりの領域で棄却

どちらの場合でも今年素粒子物理に大きなブレークスルー