

ATLAS 実験におけるトップクォーク対不変質量 を関数とした生成微分断面積の測定

山田美帆, 海野義信^A, 神前純一^A, 東城順治^A

総研大, KEK^A

2011年 3月 27日

日本物理学会 第67回年次大会

関西学院大学

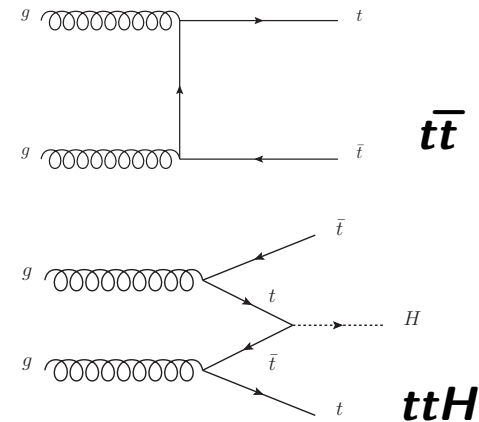


イントロダクション

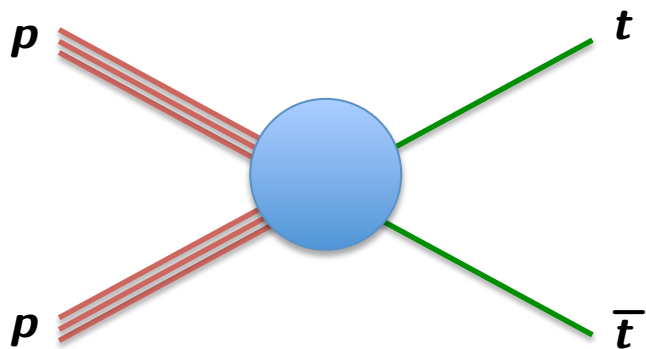
LHC実験 ($\sqrt{s}=7\text{TeV}$) でのトップクォーク対生成微分断面積の精密測定を行う。

高い統計量により標準模型の断面積の精密な測定を行うことができる。

トップクォークは質量が大きいためヒッグス粒子と強く結合し、その随伴生成反応 (ttH) は質量の起源、及び電弱対称性の破れの解明に重要である。



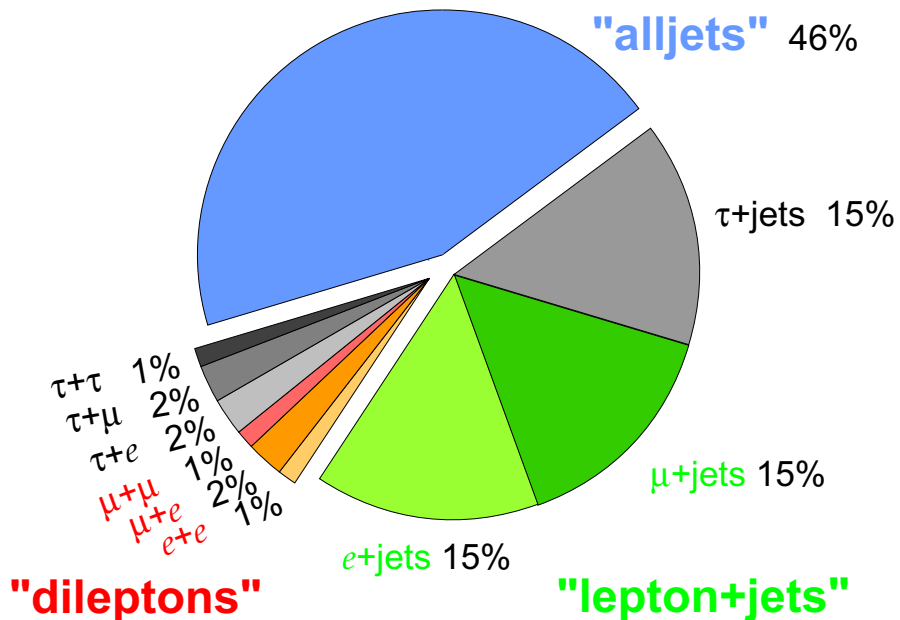
さらに、LHCで期待されている、重い Z' や Kaluza-Klein gluon などトップクォーク対へ強く結合する粒子の存在は、微分断面積の分布に大きな影響を与える。



2011年ATLAS実験では約 5.2fb^{-1} のデータを取得した
→約870,000のトップクォーク対が生成

イベントセレクション

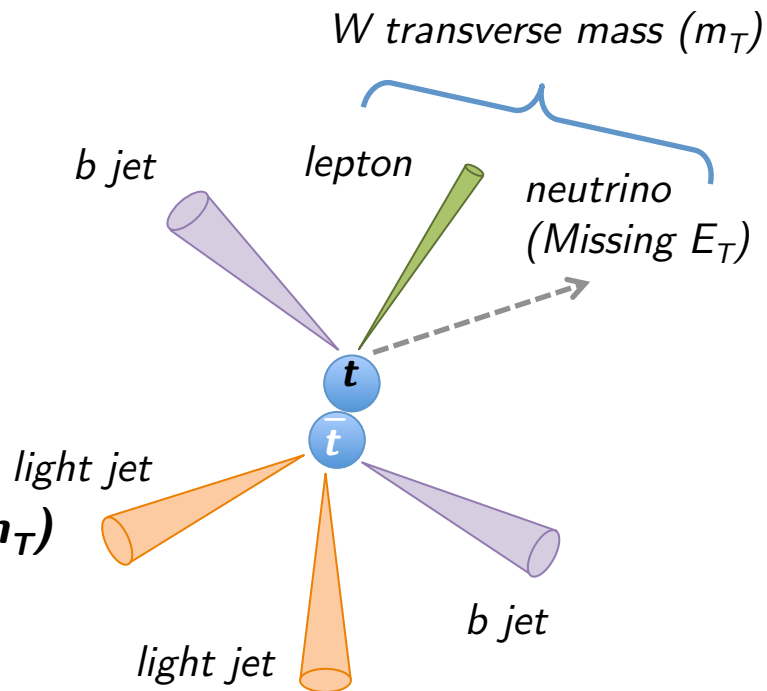
Top Pair Branching Fractions



- *One Isolated lepton*
- *Missing E_T*
- *Transverse mass of lepton and missing E_T (m_T)*
- *At least 4 jets*
- *At least 1 b-tagged jet*

Lepton + jets channel

- 崩壊分岐比が大きい(4/9)
- レプトントリガーにより高い効率でトリガーされる
- レプトンの選択条件によりS/N比が良い
- トップクォーク対の再構成が可能



トップクォーク対の再構成

各生成粒子の4元運動量を再構成し、トップクォーク対の再構成を行う。

Kinematic Likelihood Fit

$$L = BW(W_{had}) \cdot BW(W_{lep}) \cdot BW(top_{had}) \cdot BW(top_{lep}) \cdot \\ TF(E_{jet1} | E_{bhad}) \cdot TF(E_{jet2} | E_{blep}) \cdot TF(E_{jet3} | E_{q1}) \cdot TF(E_{jet4} | E_{q2}) \cdot \\ TF(E_x^{miss} | p_{x,v}) \cdot TF(E_y^{miss} | p_{y,v}) \cdot TF(E_l | E_\ell)$$

ニュートリノ p_z : Wボソンの質量を仮定した2次方程式より解を得る。

$$E_v^2 = (p_T^v)^2 + (p_z^v)^2$$
$$m_W^2 = (E^{lep} + E^v)^2 - (p_T^{lep} + p_T^v)^2 - (p_z^{lep} + p_z^v)^2$$

この方程式の解の p_z を、上記の likelihood の式において neutrino p_z として扱う

BW: ブライトウィグナー関数

レプトン崩壊、ハドロン崩壊するWボソン、トップクォークのブライトウィグナー確率分布関数

TF: トランスファーファンクション

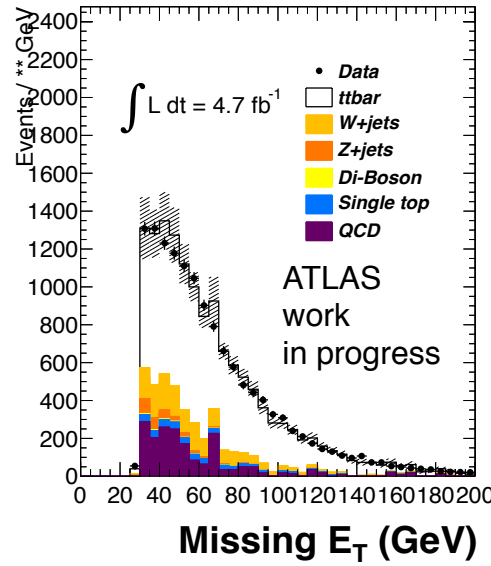
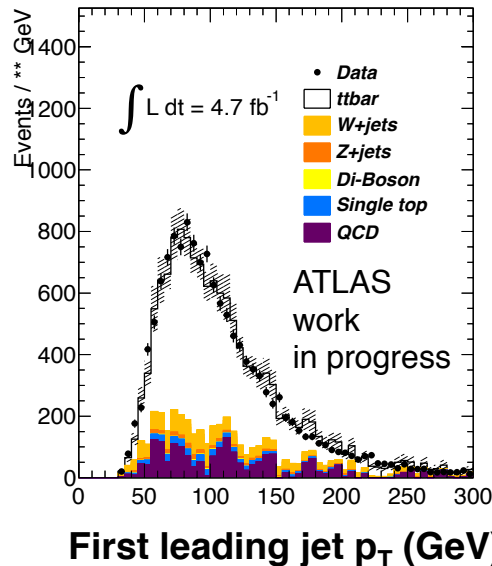
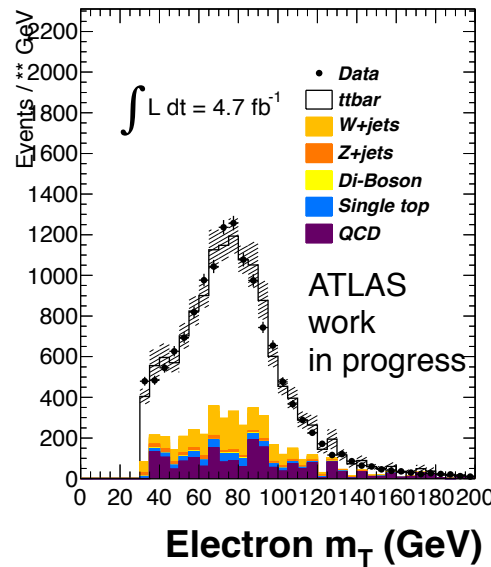
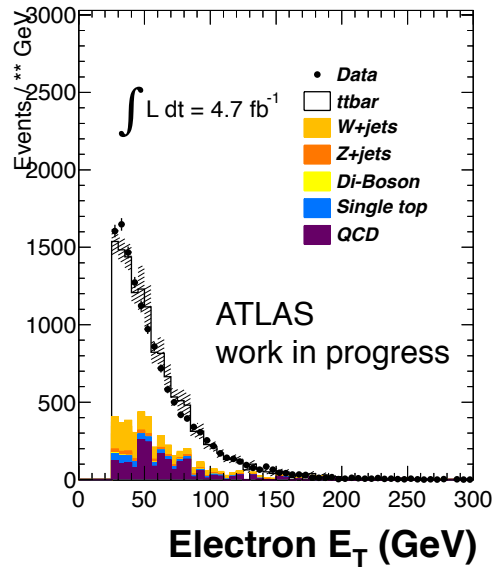
各オブジェクトの再構成されたエネルギーを生成粒子のエネルギー、運動量に変換する確率分布関数

生成粒子のエネルギー、運動量をパラメータとし、Likelihood フィットを行う。

→Likelihoodが最小になるような生成粒子のエネルギー、運動量、ジェットの組み合わせを探す

→生成粒子の4元運動量を再構成

基本的な運動学量



シグナル

ttbar

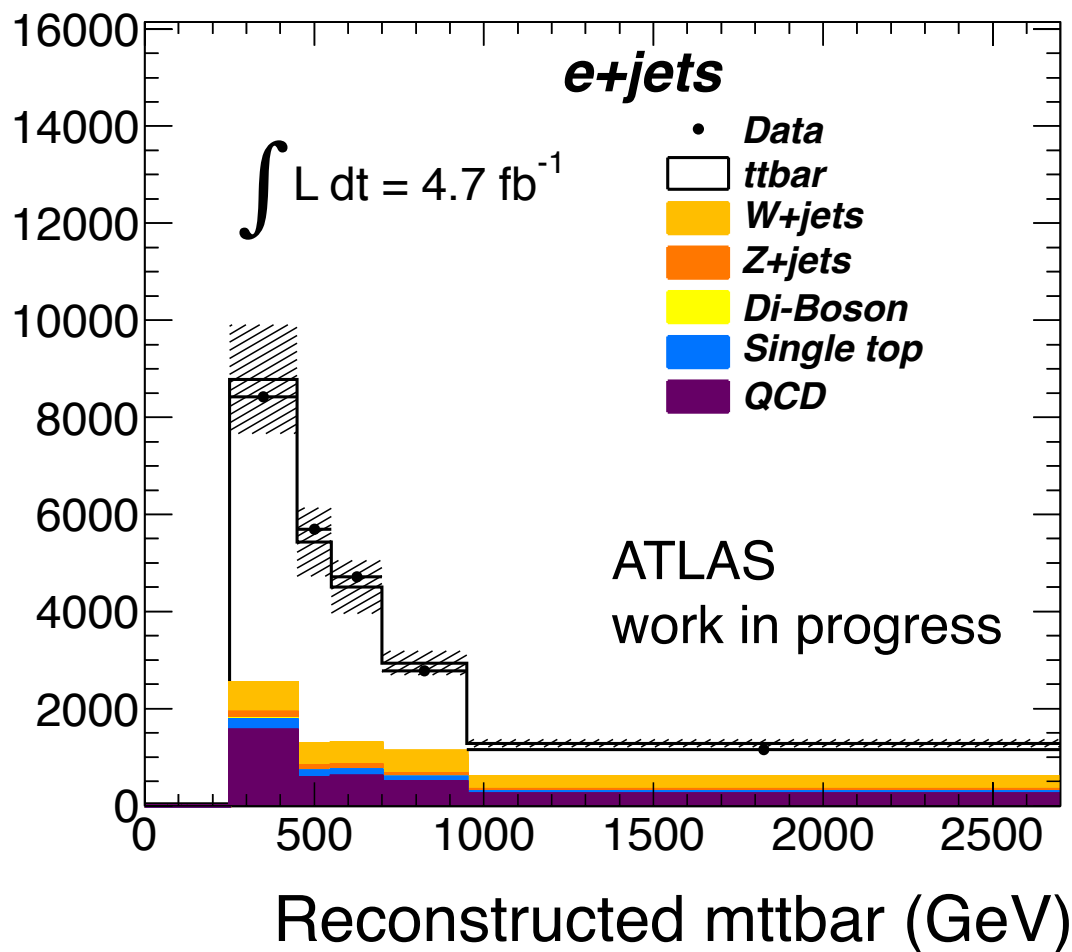
(MC@NLO+Herwig/Jimmy)

主な背景事象

- ***W+jets***
(Alpgen+Herwig/Jimmy)
- ***Z+jets***
(Alpgen+Herwig/Jimmy)
- ***Single top***
(MC@NLO+Herwig/Jimmy)
- ***di-boson***
(Herwig)
- ***QCD multi-jet event***
(data driven)

モンテカルロシミュレーションはデータをよく再現している。

再構成されたトップクォーク対の質量



系統誤差

Electron Channel

<i>Systematic source</i>	<i>250-450GeV (%)</i>	<i>450-550GeV (%)</i>	<i>550-700GeV (%)</i>	<i>700-950 GeV(%)</i>	<i>950-2700GeV (%)</i>
<i>Jet Energy Scale</i>	9.8	6.8	4.5	2.2	0.1
<i>ISR/FSR</i>	5.4	7.2	6.8	4.1	3.2
<i>Generator</i>	8.9	8.0	9.3	6.5	0.1
<i>PS/Fragmentation</i>	10.2	10.8	11.1	9.2	5.0
<i>W+jets normalization</i>	2.4	2.7	3.5	6.2	9.2
<i>QCD normalization</i>	10.9	6.1	8.3	11.9	15.3
<i>systematics sum</i>	27.7	26.1	28.8	21.4	18.9
<i>statistics</i>	2.0	2.7	3.0	3.6	5.3
<i>Luminosity</i>	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
<i>total</i>	27.8	26.3	28.9	21.7	19.7

まとめ

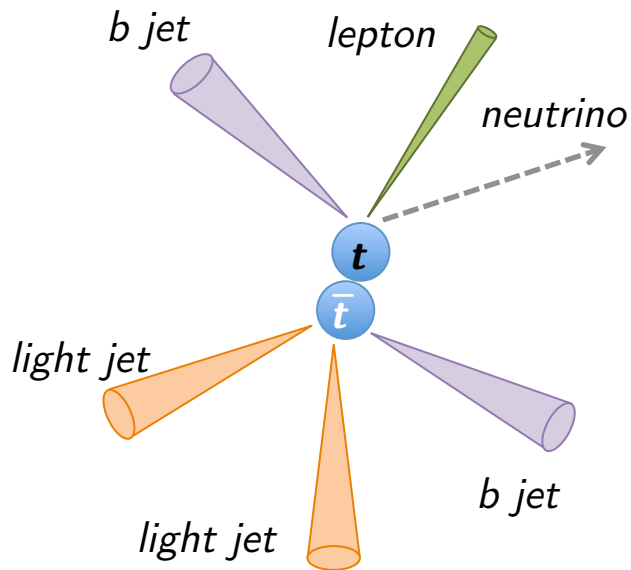
- 2011年 4.7fb^{-1} のデータを用いて、トップクォーク対の質量を関数とした生成微分断面積の測定を行っている。
- 各運動学量の分布においてモンテカルロシミュレーションがデータをよく再現することが分かった。
- トップクォーク対の質量 2.7TeV 以下で標準模型を外れる兆候は見られない。

今後の課題

- 系統誤差の低減
 - 高い統計量に合わせてbinningの最適化を行う。
 - Unfoldingを行い、生成粒子レベルの微分断面積を求める。
- 素粒子標準模型での予測値との比較を行い、新しい物理に対する情報を得る。

Backup

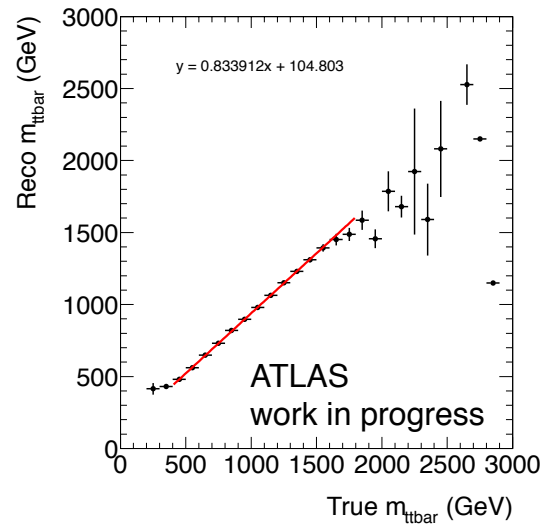
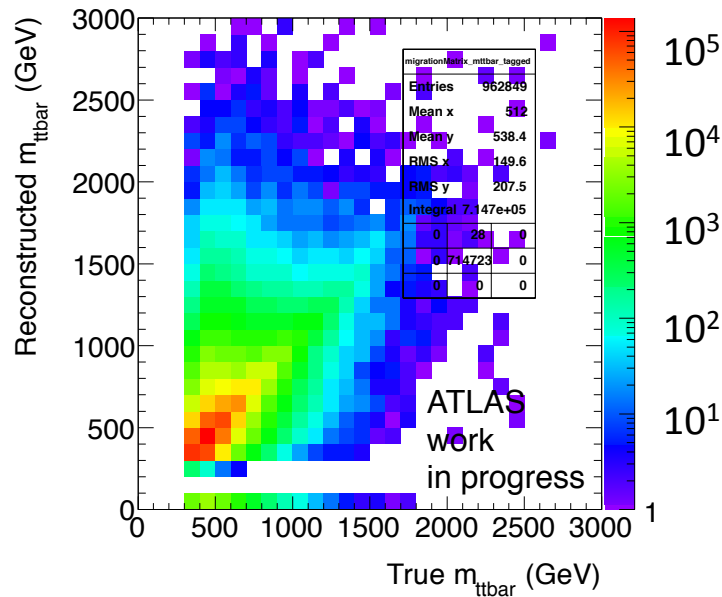
事象選別



- *Single lepton trigger*
- *Electron channel*
 - Isolated electron ($E_T > 25 \text{ GeV}$)*
 - Missing $E_T > 30 \text{ GeV}$*
 - W transverse mass 30 GeV*
- *Muon channel*
 - Isolated muon ($p_T > 20 \text{ GeV}$)*
 - Missing $E_T > 20 \text{ GeV}$*
 - W transverse mass + Missing $E_T > 60 \text{ GeV}$*
- *At least 4 jets ($p_T > 20 \text{ GeV}$)*
- *At least 1 jet b-tagged*

Binning Optimization

Migration Matrix



Resolution

