

24pFA 9

LHC-ATLAS実験におけるボトムジェット を用いたスカラートップクォークの探索

山中隆志、金谷奈央子^A、浅井祥仁、駒宮幸男
東大理、東大ICEPP^A

Introduction

- 超対称性理論はTeVスケールの物理を記述する有力なモデルの一つ
- 中でもscalar top quark (\tilde{t}) は湯川結合が大きいいため他の超対称性粒子に比べて軽いと期待される
 - さらにHiggs粒子質量へのRadiative correctionから”Natural”なparameterを考えると、 \tilde{t} の質量は数100 GeV/c²程度
 - Higgs質量の”Naturalness”からはhiggsino (\tilde{H})の質量 μ も数100 GeV/c²であるとされる

➡ “Naturalness”から要請される最小限のモデルは軽い \tilde{t} と軽い \tilde{H}

本講演ではLHC-ATLAS実験で2011年夏までに取得された2.05 fb⁻¹のデータを用いて行った \tilde{t}_1 対生成事象探索について述べる

Signature

- ここでは $m(\tilde{t}_1) > \mu$ の場合を考える
- higgsino-like neutralino LSPの場合

$$\tilde{t}_1 \rightarrow b + \tilde{\chi}_1^+$$

$$\tilde{\chi}_1^+ \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 + f + f'$$

質量が縮退 softなため検出されない



終状態は2b-jet + missing
= sbottom pair productionと同じ
最大で $m(\tilde{b}_1) < 400$ GeV をexclude

- gravitino LSPの場合

$$\tilde{t}_1 \rightarrow b + \tilde{\chi}_1^+$$

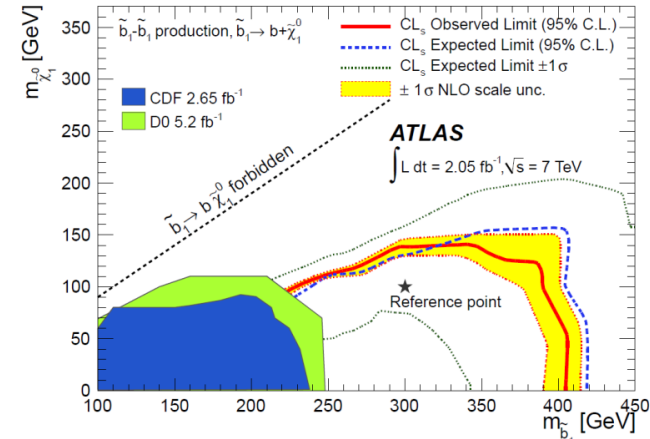
$$\tilde{\chi}_1^+ \rightarrow \tilde{\chi}_1^0 + f + f'$$

$$\tilde{\chi}_1^0 \rightarrow Z/h + \tilde{G}$$



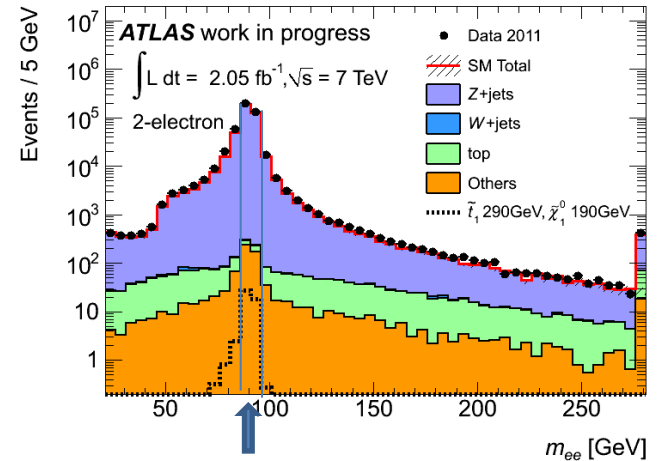
終状態は2b-jet+2Z/h + missing
= $Z \rightarrow ll$ が良いsignature
M. Asano et. al., JHEP **12** (2010) 019

本講演ではこちらのtopologyの探索について述べる

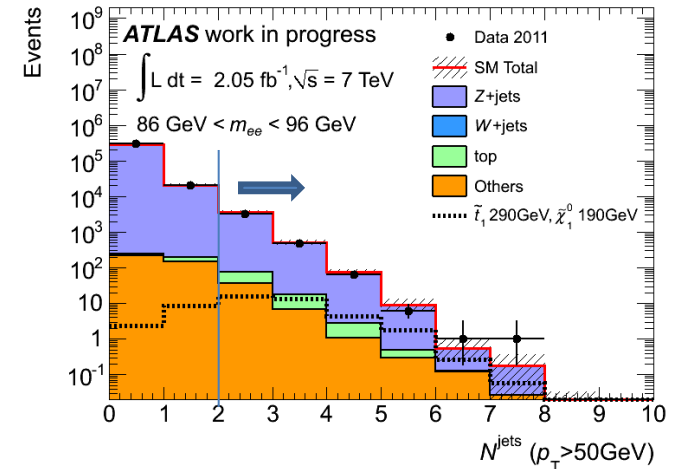


Event Selection (1)

- single lepton trigger
 - electron $p_T > 25$ GeV, muon $p_T > 20$ GeV
- opposite sign, same-flavor (e^+e^- or $\mu^+\mu^-$)
2-lepton
 - electron $p_T > 20$ GeV, muon $p_T > 10$ GeV
- 2-lepton invariant mass: $86 \text{ GeV} < m_{ll} < 96 \text{ GeV}$
- 2-jet with $p_T > 60 \text{ GeV}, 50 \text{ GeV}$
- at least 1 b -tagged jet ($p_T > 50 \text{ GeV}$)
- transverse missing energy: $E_T^{\text{miss}} > 50$ GeV or 80 GeV

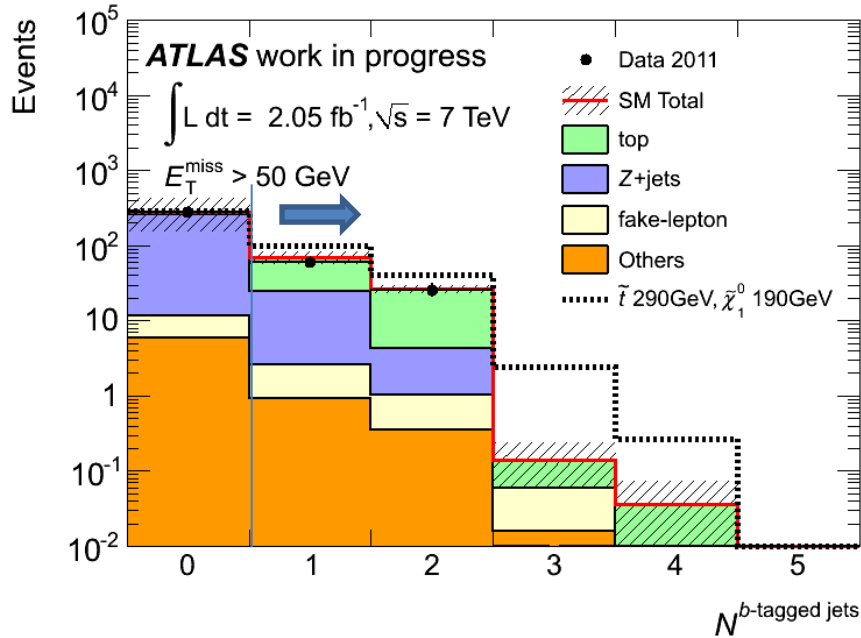


2-electron cut後の m_{ee} 分布

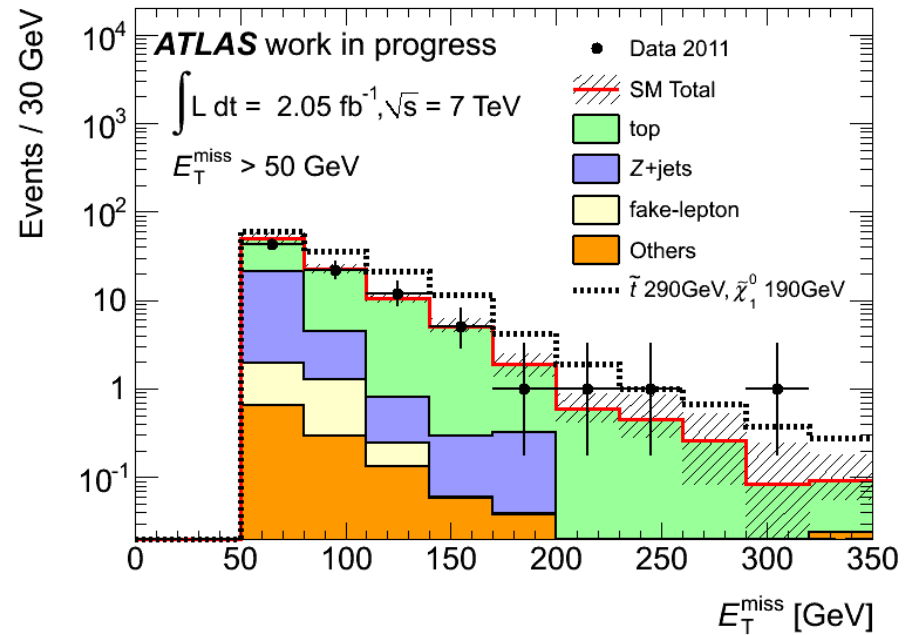


m_{ee} cut後のjet数分布

Event Selection (2)



b -tagged jet数cutなしでの分布

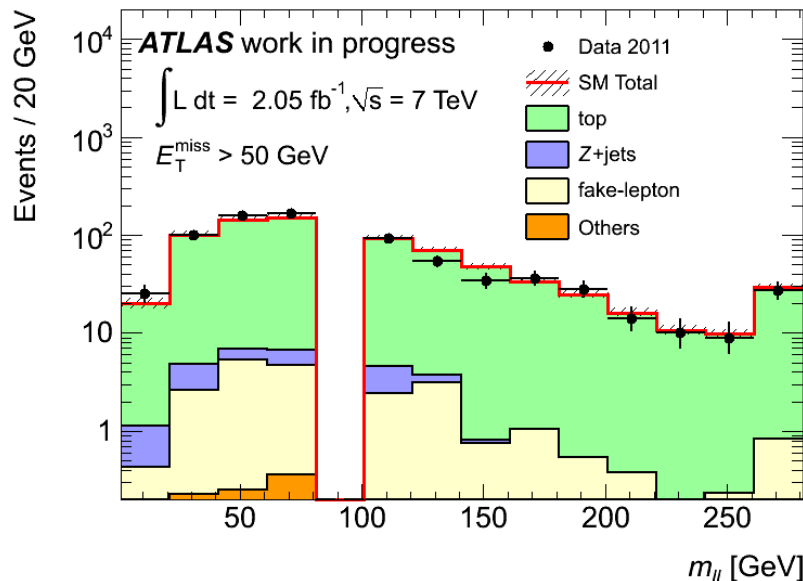


全事象選択後の E_T^{miss} 分布

- $ee, \mu\mu$ channelsの和のデータ及び標準模型の予測+Reference signalの分布 (系誤誤差を示す)

Background Estimation

- 主要なバックグラウンドであるtop events(tt , single top, $tt+bb$, $tt+W$)はinclusiveに m_{ll} side band control region (CR)からsignal region (SR)のevent数を推定



$$N_{SR}^{top} = \underbrace{\frac{N_{CR}^{obs} - N_{CR}^{no-top,MC}}{N_{CR}^{top,MC}}}_{\text{Data/SM}} N_{SR}^{top,MC}$$

$$\text{Data/SM} = 1.03 \pm 0.04 \text{ (stat.)}$$

- pureなtop sample (>90%)
- CRにおいて理論計算の断面積(NNLO for tt)のままでもデータを良く再現

- 2番目に大きな寄与をするZ+heavy-flavor-quark jets eventsについてはpureなcontrol regionが取れないことからMC simulationと理論計算の断面積で推定
- jetがleptonにfakeするeventはdata-drivenに推定

Result and Uncertainties

Event selection後の $ee, \mu\mu$ channelの和のデータと標準模型バックグラウンドの推定値(系統誤差も示す)

$E_{\text{T}}^{\text{miss}}$	> 50 GeV	> 80 GeV
Data	86	43
Background	92 ± 19	40.7 ± 6.0
top	64.3 ± 7.7	34.8 ± 5.0
Z+jets	24 ± 16	4.2 ± 3.2
fake-lepton	2.4 ± 0.9	1.1 ± 0.6
others	1.2 ± 1.2	0.6 ± 0.6
$\tilde{\tau}_1, \tilde{\chi}_1^0$ (290,190)	45 ± 8	35 ± 6

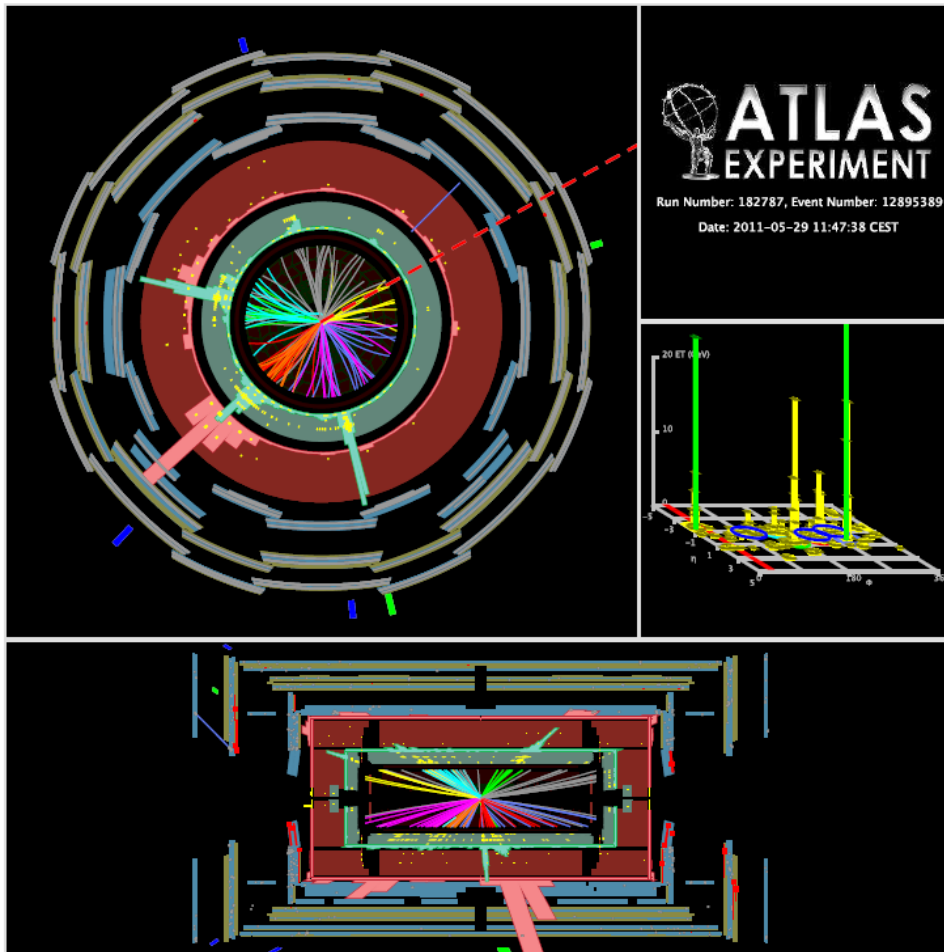
標準模型からの有意なexcessは見られない。

標準模型バックグラウンドの系統誤差

- Top backgrounds (tt , single top, $tt+W$, $tt+bb$)
 - Jet energy scale uncertainty $< \sim 5\%$
 - b -tagging uncertainty $< \sim 3\%$
 - ISR/FSR (using AcerMC-PYTHIA) $\sim 12\%$
 - Shower modeling (HERWIG or PYTHIA) $< 5\%$
 - Generator (MC@NLO or POWHEG) $\sim 3\%$
- Z+jets backgrounds
 - Jet energy scale uncertainty $\sim 30\%$
 - b -tagging uncertainty $\sim 20\%$
 - Heavy flavor Cross-section 55%
 - parton matching (ALPGEN) $\sim 40\%$
- fake-lepton events
 - サンプルの統計誤差が主 $\sim 50\%$

SUSY Candidate Event

- 最も大きな E_T^{miss} を持つevent

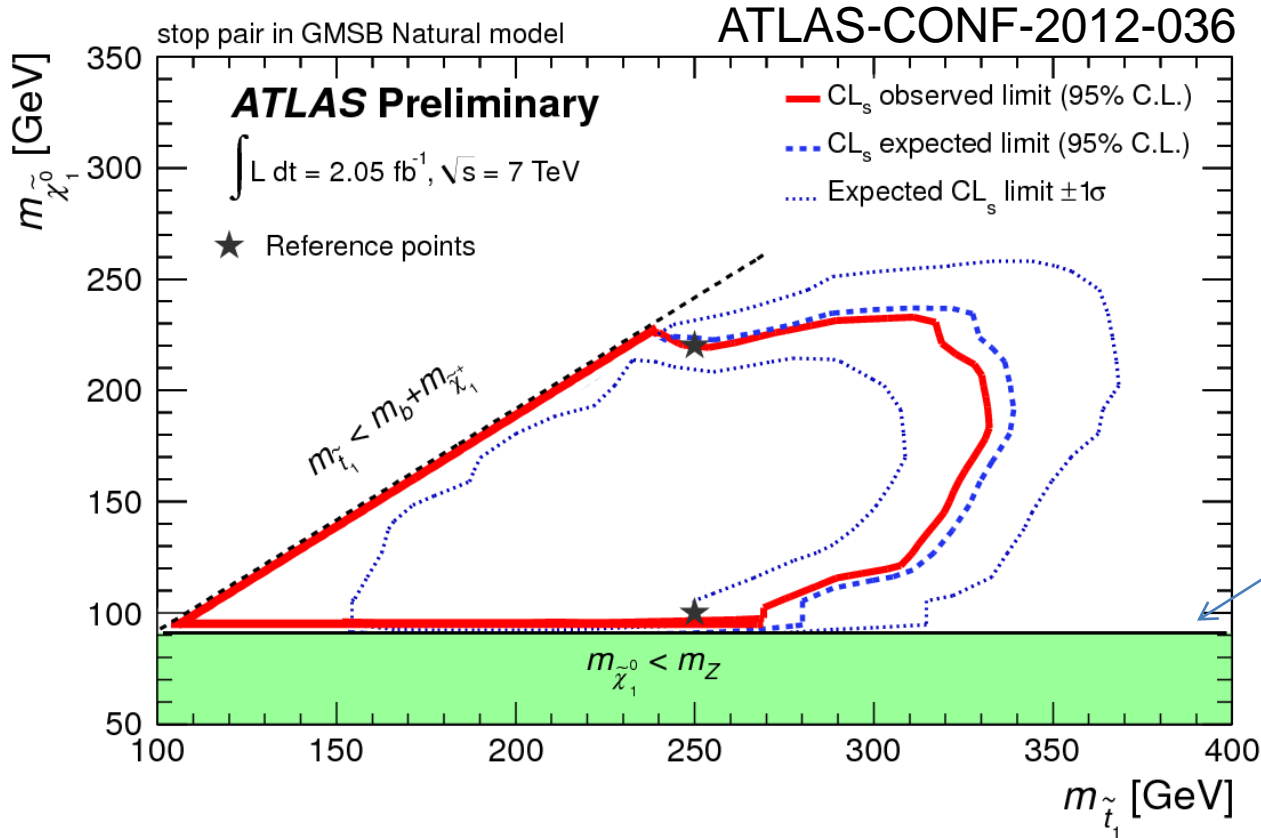


	p_T [GeV]	ϕ [rad]	
1st jet	128	-2.35	
2nd jet	114	2.91	
3rd jet	66	-2.32	<i>b</i> -tag
4th jet	59	2.83	
5th jet	46	-1.46	<i>b</i> -tag
6th jet	35	1.85	
1st <i>e</i>	54	-1.33	
2nd <i>e</i>	28	0.27	
E_T^{miss}	301	0.51	

$$m_{ee} = 93.5 \text{ GeV}$$

標準模型バックグラウンド内では $t\bar{t}$ と
consistent

Exclusion Limits



$m_{\tilde{\chi}_1^0} < m_Z$ の場合は
 $\tilde{\chi}_1^0 \rightarrow \gamma + \tilde{G}$
 が dominant になるため、
 ここでは考えない

- $m(\tilde{\chi}_1^0) = 190 \text{ GeV}$ のとき、 $m(\tilde{t}_1) < 330 \text{ GeV}$ を exclude

結論

- \tilde{t} はHiggs粒子質量の”Naturalness”から特に軽いとされる
- “Natural”なSUSY modelから期待される \tilde{t}_1 対生成事象の探索をLHC-ATLAS実験で取得された2.05 fb⁻¹の pp 衝突データを用いて行った
 - 標準模型からの予測からの有意なずれは見られなかった
- この結果、最大で $m(\tilde{t}_1) < 330$ GeV が $m(\tilde{\chi}_1^0) = 190$ GeV の場合にexcludeされた