

ATLAS実験における

bクォークを含むdijet終状態を用いた超対称性事象の探索

大阪大学

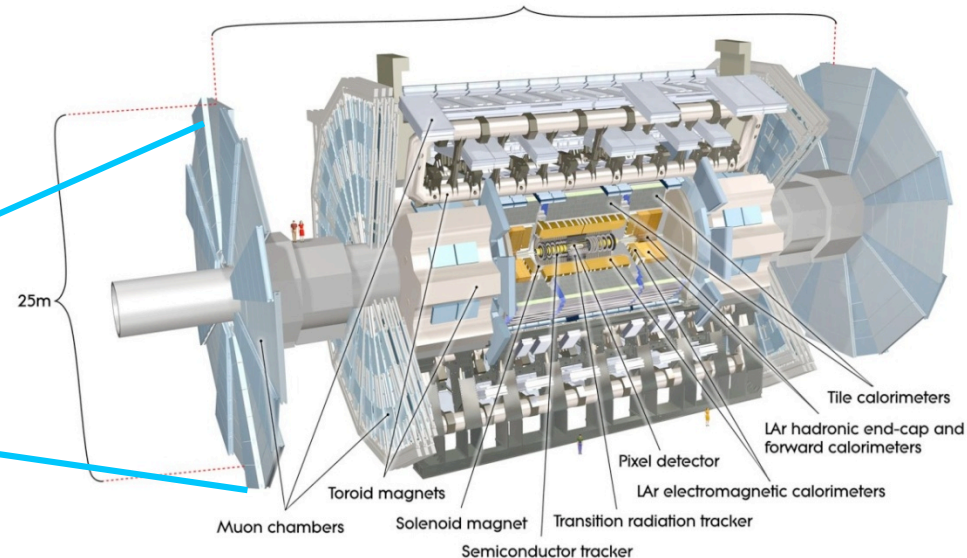
目黒立真

LHC, ATLAS

LHC



ATLAS 検出器



LHC:

重心系エネルギー : 7TeV

陽子陽子衝突型加速器

積分ルミノシティ (2010年末まで) : $\sim 45 \text{ pb}^{-1}$

ATLAS:

汎用検出器

超対称性(SUSY)事象の探索が目的の一つ

Introduction

SUSYの特徴

- 階層性問題を解決、冷たいダークマター候補を持つ等の利点
- 質量はO(TeV)と予想→LHCで発見可能！

SUSYの特徴(実験的側面)

- 終状態に安定なLightest Super Particle (LSP) (R-parity保存を仮定)
 - 大きな消失運動量(E_T^{miss})
- 第三世代の超対称性粒子が軽く、多く生成される
 - 終状態に**ボトムジェット(b-jet)**
- 終状態は様々なパラメータに依存

例) $m_{1/2}$ と m_0 の関係がジェット数に影響する(in mSUGRA)

ジェット数 少ない : 本講演 (ex. $m_{1/2} > m_0$ の場合)

ジェット数 多い : 26aG_B-6 (ex. $m_{1/2} < m_0$ の場合)

本研究の目的

- 大きな消失運動量(E_T^{miss})
- 終状態に**ボトムジェット(b-jet)**
- **ジェット数 少ない : ジェット数 = 2**

これらの特徴を活かし**SUSY事象の探索を行う**

Data と MC

DATA

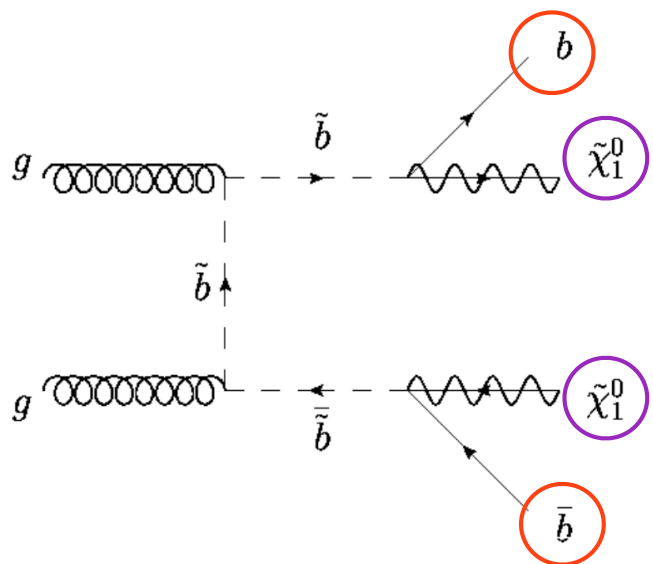
- ATLAS実験 2010年データ
- 積分ルミノシティ : 35 pb^{-1}

MC

主な背景事象 : QCD, W, Z, top

シグナル事象 : \tilde{b} 対生成 $\tilde{b} \rightarrow b + \tilde{\chi}_1^0$

(Br: $\sim 100\%$, \tilde{b} , $\tilde{\chi}_1^0$ 以外のSUSY粒子質量 $> 1 \text{ TeV}$)



→ 終状態: 2 b-jet と E_T^{miss}

Data と MC

DATA

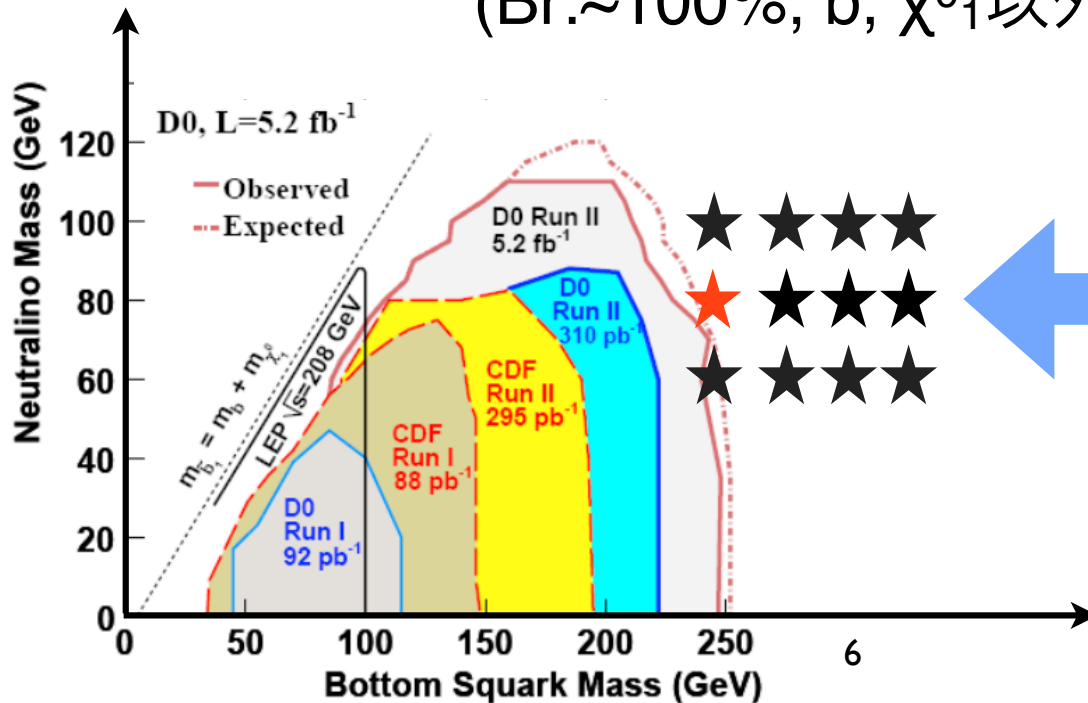
- ATLAS実験 2010年データ
- 積分ルミノシティ : 35 pb^{-1}

MC

主な背景事象 : QCD, W, Z, top

シグナル事象 : \tilde{b} 対生成 $\tilde{b} \rightarrow b + \tilde{\chi}^0_1$

(Br: $\sim 100\%$, \tilde{b} , $\tilde{\chi}^0_1$ 以外のSUSY粒子質量 $> 1 \text{ TeV}$)



探索パラメータ領域

$M_{\tilde{b}}$: 240 ~ 380 GeV

$M_{\tilde{\chi}^0_1}$: 60 ~ 100 GeV

★シグナル事象作成ポイント

(★各分布で示したポイント)

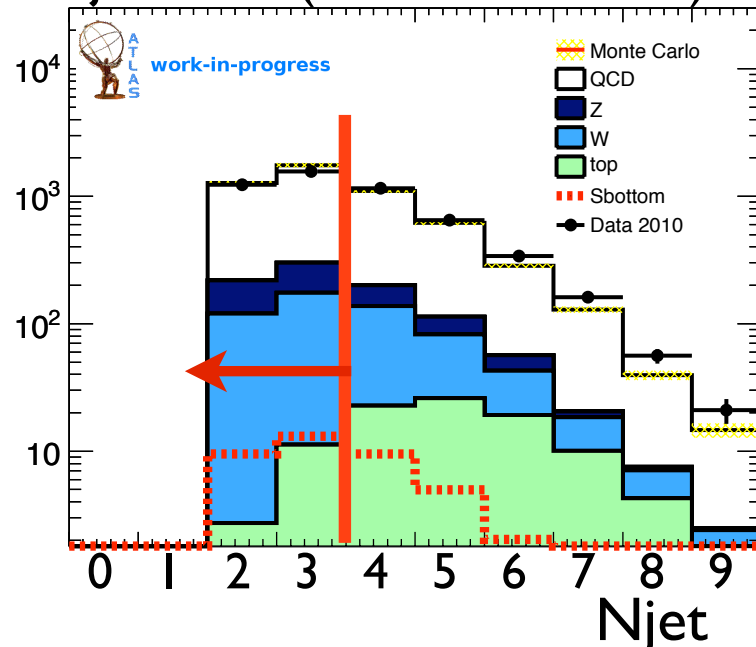
事象選択 1

PreSelection:

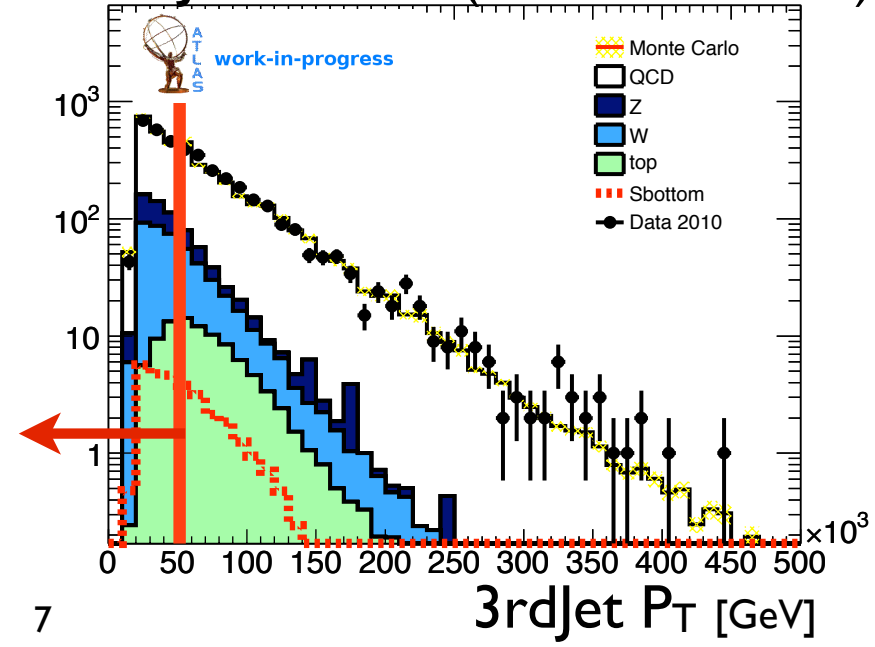
- 1, トリガー, ノイズ事象除去
- 2, Lepton veto (>10 GeV)
- 3, $E_{T}^{\text{miss}} > 100$ GeV
- 4, 1stJet $P_T > 120$ GeV, 2ndJet $P_T > 50$ GeV

dijet事象を選択 \Rightarrow Njetの大きいtop事象を効率良く除去

Njet分布 (PreSelection後)



3rdJet P_T 分布 (PreSelection後)



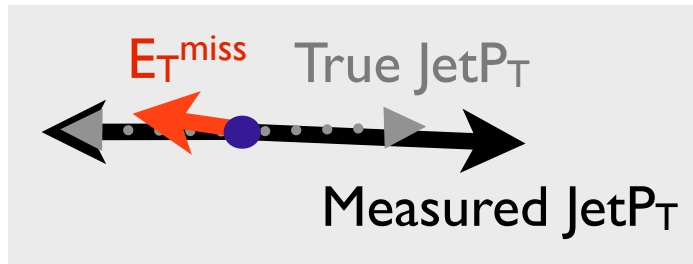
事象選択 2

QCD事象の除去： $\Delta\phi_{\min}$

$$\Delta\phi_{\min} = \min(|\phi_{\text{jet1}} - \phi_{\text{Et}^{\text{miss}}}|, |\phi_{\text{jet2}} - \phi_{\text{Et}^{\text{miss}}}|)$$

ジェットの P_T 誤測定による E_T^{miss}

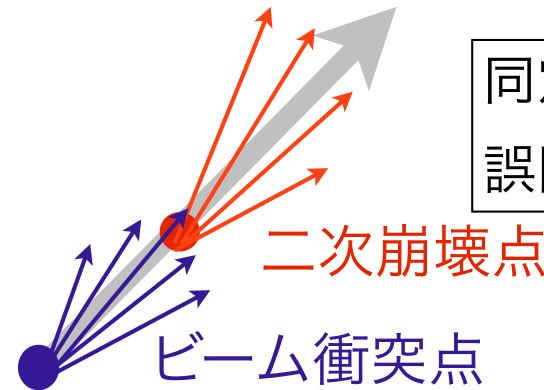
→ $\Delta\phi_{\min}$ が小さくなる



W, Z事象の除去： b -jetの同定

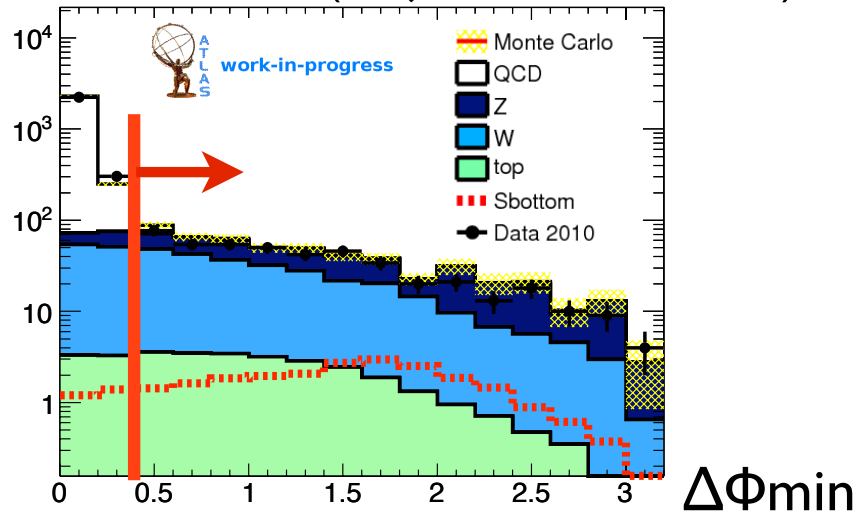
Bハドロンは長寿命

→ 二次崩壊点を見つけて同定



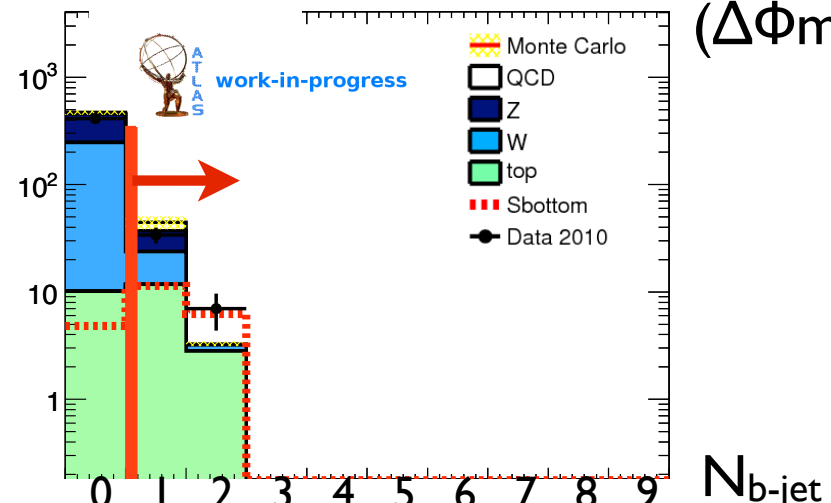
同定効率:50%
誤同定効率:1/240

$\Delta\phi_{\min}$ 分布 (“dijet”事象選択後)



b -jetと同定されたジェットの数

($\Delta\phi_{\min}$ cut後)



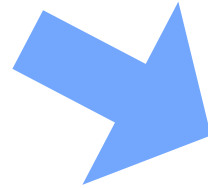
事象選択の結果

- 事象選択後に期待される事象数の見積り

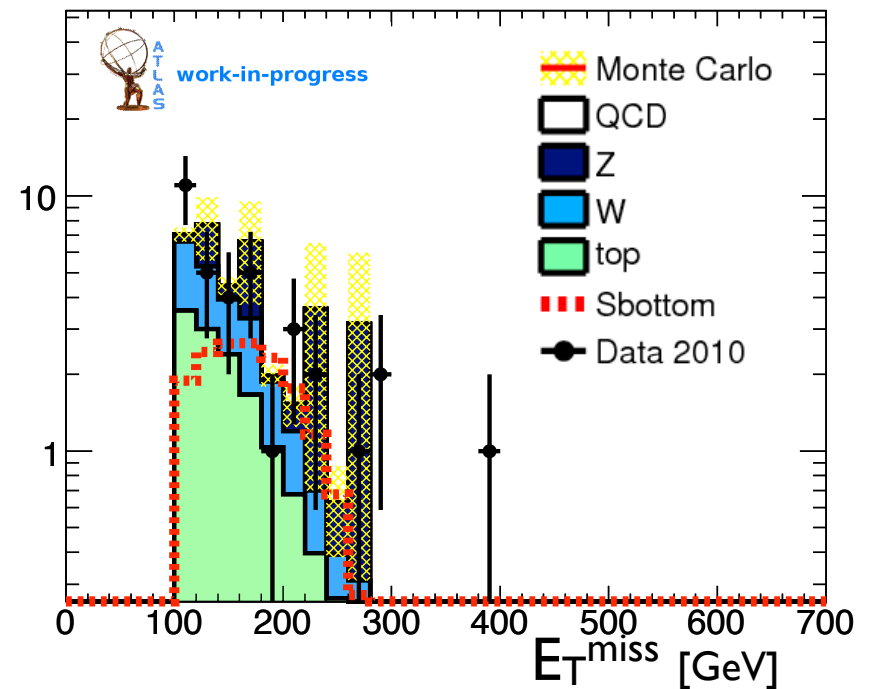
	QCD	W	Z	top	bkg合計	シグナル
Expected Yields	0.023	10.9	13.4	13.4	37.7	16.4 ± 3.3
Data Driven	<0.68	–	–	–	–	–

- 事象選択後に期待される事象数の不確かさと測定結果

Data	35
MC	37.7
stat. uncertainty	5.9
MC stat.	5.5
JetEnergyScale	12.5
JetEnergyResolution	3.8
b-jet同定	11.5
theory	10.2
total syst. uncertainty	20.9



全ての事象選択後の E_T^{miss} 分布



事象選択の結果

- 事象選択後に期待される事象数の見積り

	QCD	W	Z	top	bkg合計	シグナル
Expected Yields	0.023	10.9	13.4	13.4	37.7	16.4 ± 3.3
Data Driven	<0.68	-	-	-	-	-

- 事象選択後に期待される事象数の不確かさと測定結果

Data	35
MC	37.7
stat. uncertainty	5.9
MC stat.	5.5
JetEnergyScale	12.5
JetEnergyResolution	3.8
b-jet同定	11.5
theory	10.2
total syst. uncertainty	20.9

全ての事象選択後の E_T^{miss} 分布



Data : 35事象

MC : $37.7 \pm 5.9(\text{stat.}) \pm 20.9(\text{syst.})$

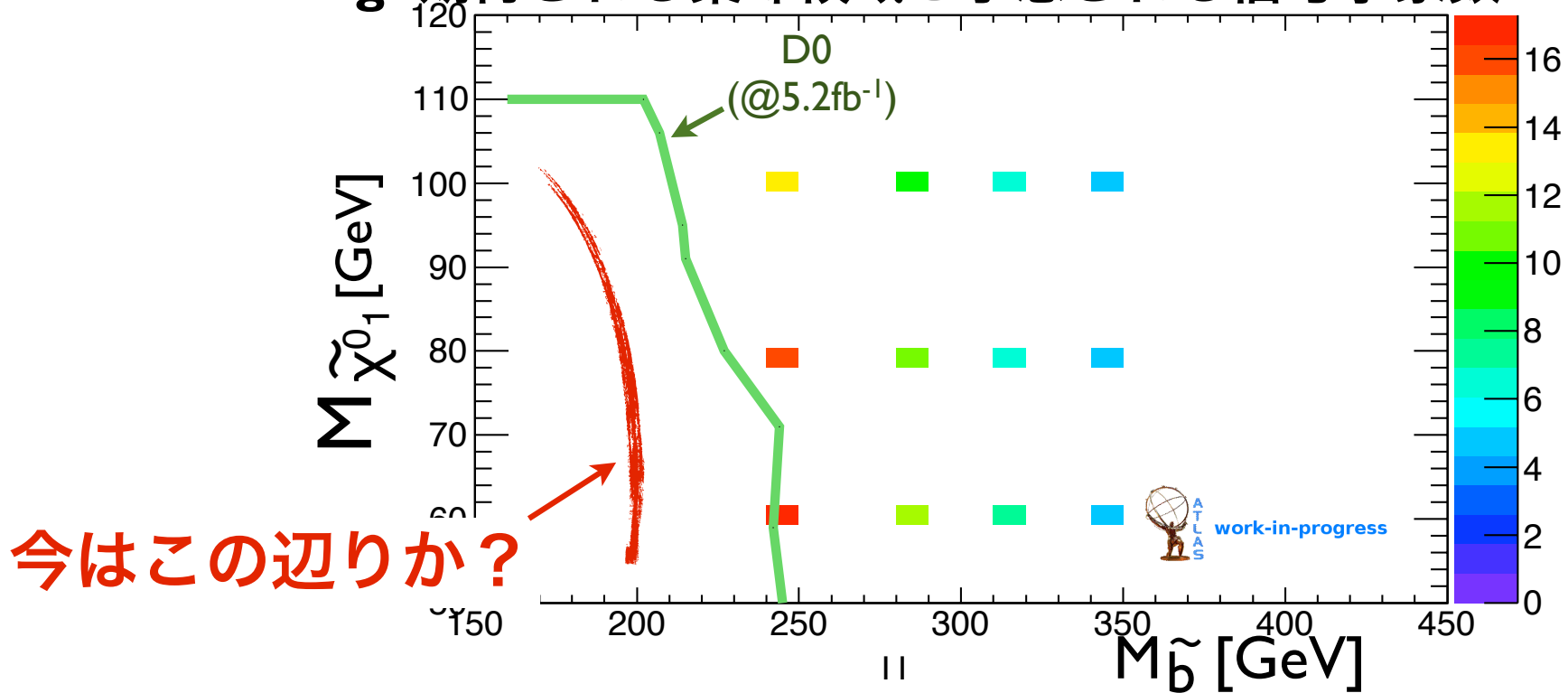
→ **No excess...**

→ **Calculate exclusion limit...**

Limit on $M_{\tilde{\chi}_1^0}$ - $M_{\tilde{b}}$ plane

新物理の事象数に対する制限 (95% C.L.) : 25.2 事象
予想される信号事象数 : 16.4 (@ $M_{\tilde{b}}=240$ GeV, $M_{\tilde{\chi}_1^0}=80$ GeV)
→探索に用いたパラメータ領域の棄却はできず。

Fig. 期待される棄却領域と予想される信号事象数

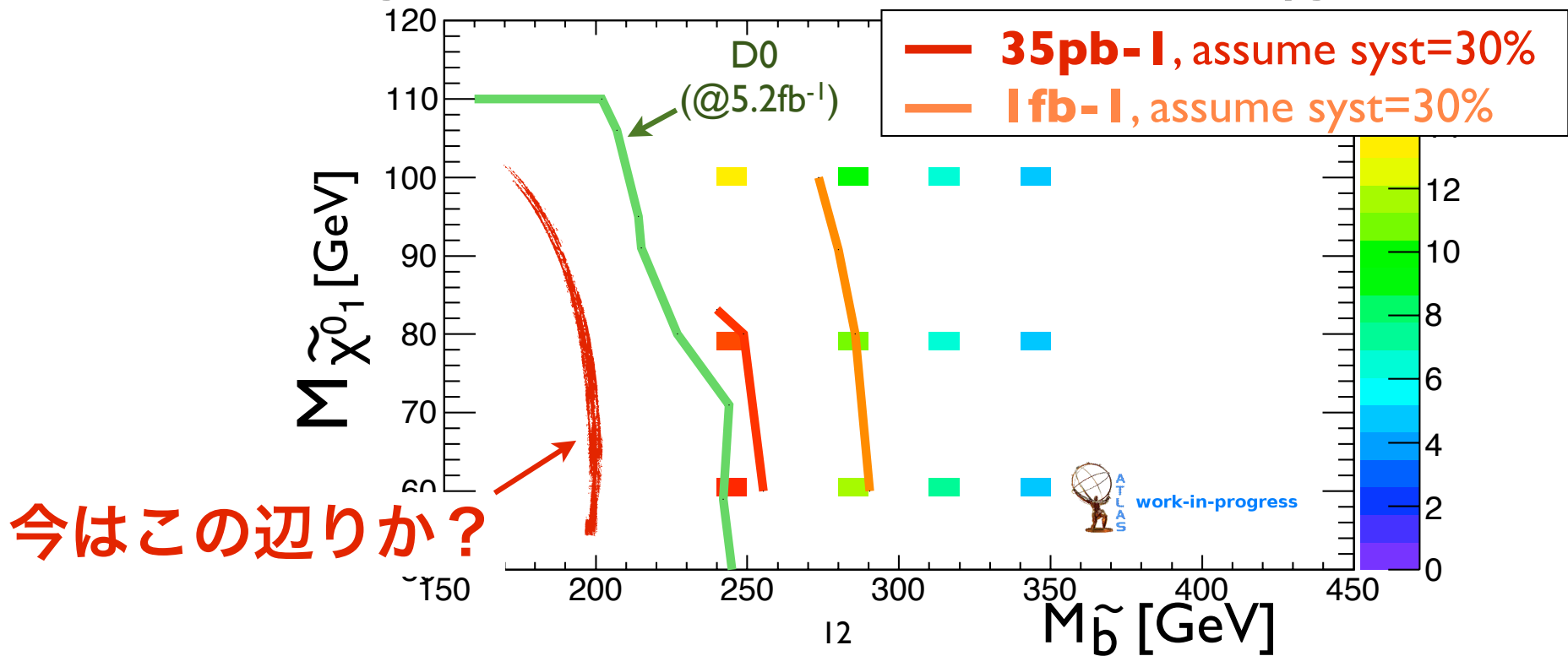


将来の展望

仮定 事象選択は同じ、系統誤差:30% (現状55%=20.9/37.7)

来年度中に $M_{\tilde{b}} < 280$ GeV程度の探索が可能となる見通し

Fig. 系統誤差:30%とした場合の棄却領域 (@35pb⁻¹, 1fb⁻¹)



Summary

- 大きな E_T^{miss} , b-jetの存在という特徴を活かし、
dijet事象を用いて超対称性事象の探索を行っている。
- 35pb⁻¹のデータを用いた結果ではExcessは得られなかった。

data : 35 events

MC : $37.7 \pm 5.9(\text{stat.}) \pm 20.9(\text{syst.})$ @35pb⁻¹

- $M_{\tilde{\chi}^0_1} - M_{\tilde{b}}$ planeで棄却を試みたが、従来のLimitに届かず

95% C.L. limit : 25.2

Expected signal yield : 16.4 (@ $M_{\tilde{b}}=240$ GeV, $M_{\tilde{\chi}^0_1}=80$ GeV)

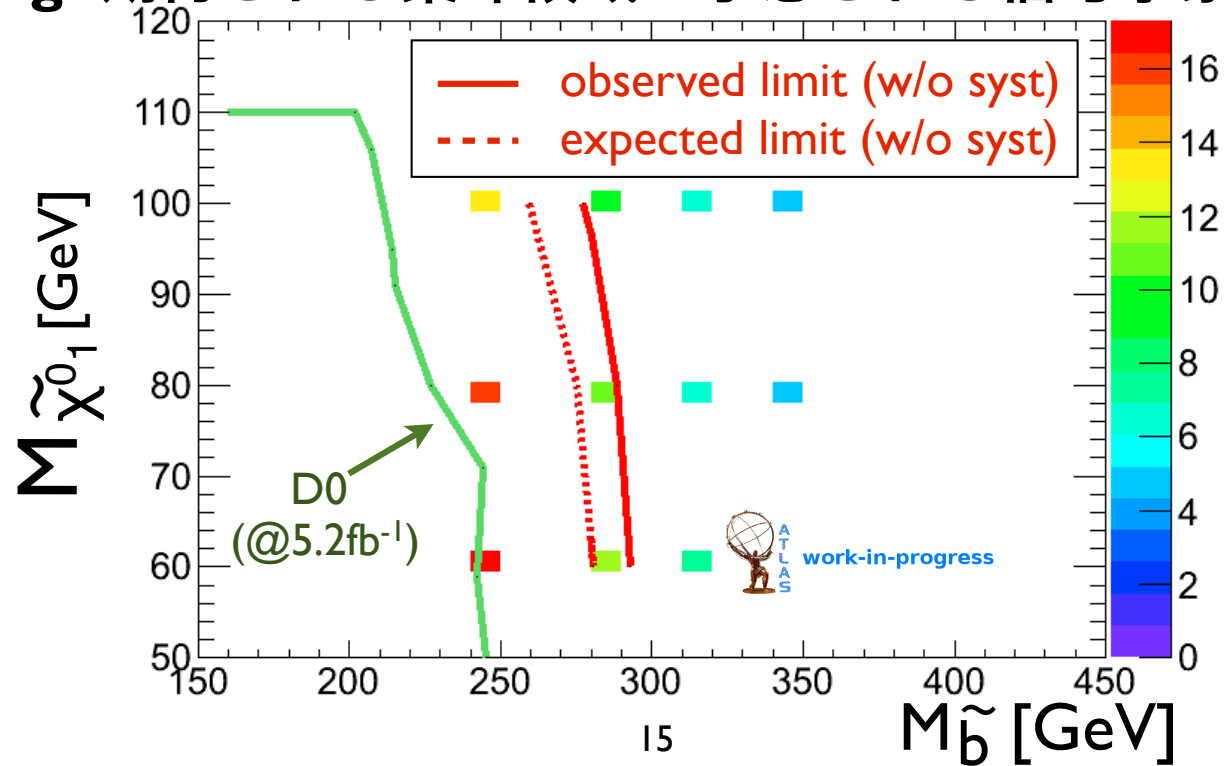
- 系統誤差 >> 統計誤差 → 背景事象をデータから求める事で減少を計画
- 来年度中に $M_{\tilde{b}} < 280$ GeV程度の領域で探索可 ($M_{\tilde{\chi}^0_1} < 100$ GeV, Syst=30%を仮定)

backup

Limit on $M_{\tilde{\chi}_1^0}$ - $M_{\tilde{b}}$ plane

新物理の事象数に対する制限 (95% C.L.) : 25.2 事象
予想される信号事象数 : 16.4 (@ $M_{\tilde{b}}=240$ GeV, $M_{\tilde{\chi}_1^0}=80$ GeV)
→探索に用いたパラメータ領域の棄却はできず。
→系統誤差含まない制限値(14.3事象)で見積る。

Fig. 期待される棄却領域と予想される信号事象数



Object definition

Jet: $p_T > 20 \text{ GeV}$, $|\eta| < 2.5$

- AntiKt 0.4 @ EM+JES
- Standard rell6 cleaning

b-jet: $p_T > 30 \text{ GeV}$, $|\eta| < 2.5$

- SV0 ($L/\sigma(L)$) > 5.85

E_T^{miss} :

- Simplified RefFinal(E_T sum of all jets, leptons, clusters outside jets)

(Only for lepton veto)

Electron: $p_T > 10 \text{ GeV}$, $|\eta| < 2.5$

- isRobustMedium
- Author 1 or 3
- Not touching dead OTX

Muon: $p_T > 10 \text{ GeV}$, $|\eta| < 2.4$

- Staco
- Combined muon
- Isolation: $p_{T_{\text{cone20}}} < 1.8 \text{ GeV}$
- Standard track quality cuts

Results of 3jet analysis

- Results are consistent with SM expectation
so, results are interpreted as follows:
 - **Phenomenological MSSM grid (gluino-sbottom, gluino-stop)**
 $M_{\text{gluino}} < 590 \text{ GeV}$ excluded for $M_{\text{sbottom}} < 500 \text{ GeV}$
 $M_{\text{gluino}} < 520 \text{ GeV}$ excluded for $M_{\text{stop}} > 300 \text{ GeV}$
 - **high $\tan\beta$ mSUGURA scenario ($\tan\beta=40$, $\mu>0$, $A_0=0$)**
 $M_{\text{gluino}} < 500 \text{ GeV}$ for $100 \text{ GeV} < m_0 < 1 \text{ TeV}$
 $M_{\text{sbottom}} < 550 \text{ GeV}$, $M_{\text{stop}} < 470 \text{ GeV}$, $M_{\text{gluino}} < 600 \text{ GeV}$
if $M_{\text{gl}}=M_{\text{sq}1,2}$
 - **SO(10) scenario**
 $M_{\text{gluino}} < 520 \text{ GeV}$ (model : DH3)
 $M_{\text{gluino}} < 420 \text{ GeV}$ (model : HS)