

LHC-ATLAS実験を用いた MSSM $h/H/A \rightarrow \tau\tau$ の探索

東大理、東大素セ^A

井上竜一、田中純一^A、中村浩二^A、
浅井祥仁、川本辰男^A、小林富雄^A

日本物理学会 2010年秋季大会
九州工業大学戸畑キャンパス

目次

- MSSM h/H/Aについて
- Event Topology
- Selection Criteria
- 現時点でのDATA解析の状況
- 今年のRun($L=50\text{pb}^{-1}$)および
来年のRun($L=1\text{fb}^{-1}$)での展望

Minimal Supersymmetric Standard Model(MSSM)

標準模型に最小限のSUSY粒子を加えた模型

2つのHiggs場が必要

→ 5つのHiggs粒子(中性3つ、荷電2つ)が存在

$$h, H, A, H^{\pm}$$

Tree levelでは

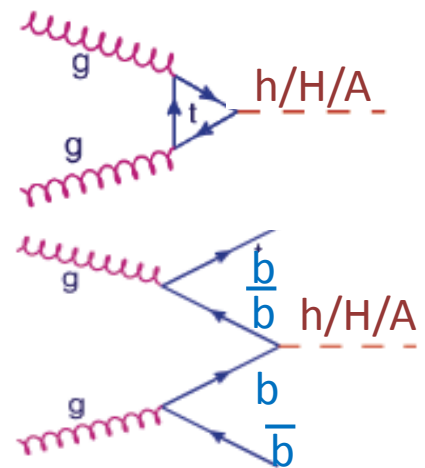
- ・ $\tan\beta$ (2つのHiggs場の真空期待値の比)
- ・ M_A (CP odd Higgsの質量)

の2Parameterで記述できる

Event Topology

生成過程

- Gluon Fusion
陽子陽子衝突型のLHCでは最も多い過程
- b-quark associated production
Tan β が大きい(>10)とh/H/Aはb-quarkとの結合が強くなる



崩壊過程

$$h/H/A \rightarrow \tau\tau \rightarrow \text{lepton, hadron}$$

- $\tau\tau$ への崩壊分岐比は比較的大きい(~10%)
- $\tau\tau \rightarrow l, h$ はQCDの寄与を抑えつつ、統計も得られる
- Massの測定, tau粒子のYukawa coupling測定可能

$\tau \rightarrow$ hadronic
65%
 $\tau \rightarrow$ lepton
35%

Signal Full simulation sample

Signal ($A \rightarrow \tau\tau \rightarrow lep, had$)	X-sec ($MA=120, TB=40$)	Generator
Gluon Fusion	18pb	Pythia
b-quark associated production	12pb	Sherpa

BG Full simulation sample

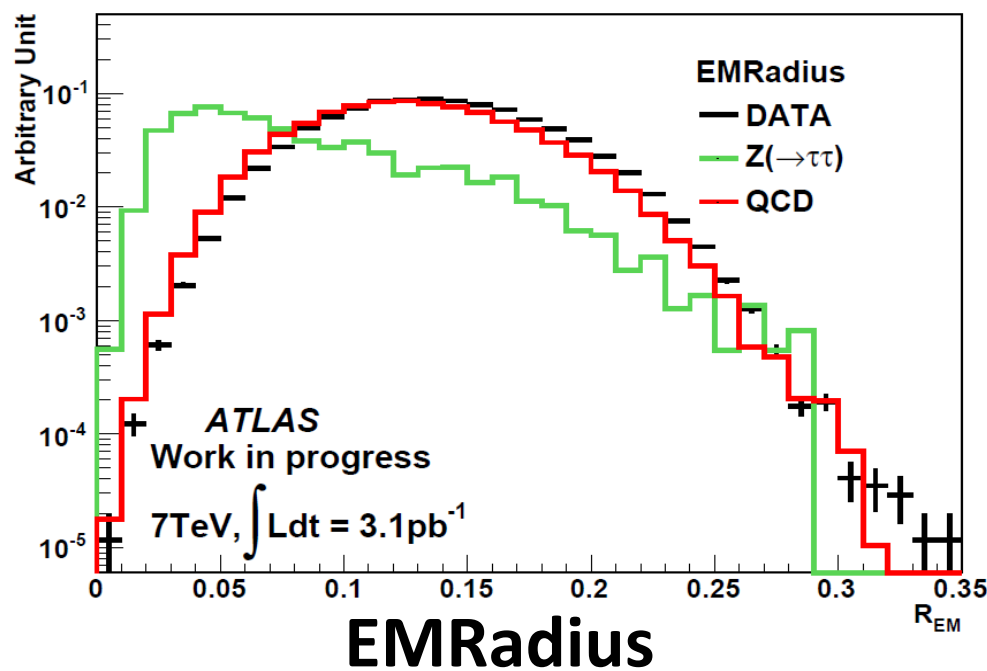
BG	特徴	X-sec	Generator
$Z \rightarrow \tau\tau$	Topologyが同じ、主なBG	1nb (NNLO)	Alpgen
QCD	X-secが非常に大きい	$O(1mb)$	Pythia
W + jet	Wからlep, jetを τ とミスID	30nb (NNLO)	Alpgen
$t\bar{t}$	lep, τ + (b-)jetを τ とミスID	160pb (NLO+NLL)	MC@NLO

DATA	7TeV	3月~8月	Luminosity=3.1pb ⁻¹
------	------	-------	--------------------------------

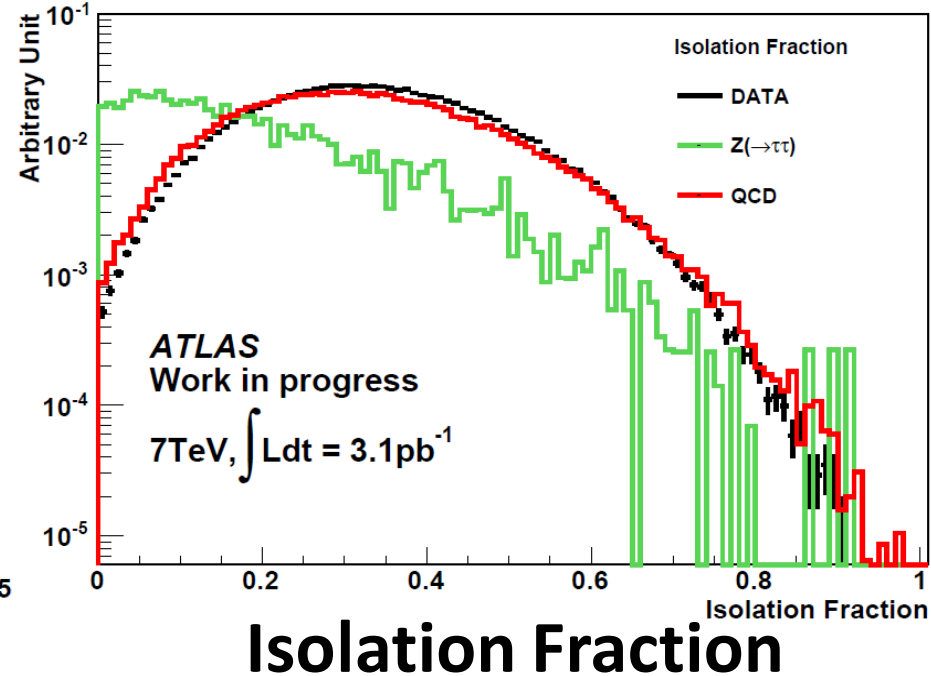
Tau ID

Hadronic Tauの特徴

- ・狭い領域にEnergyをdepositする
- ・Isolateしている



EM カロリメータでの
クラスターの半径



クラスターでの半径0.1~0.2の
Energy depositの割合

DATA解析

MC Normalization

- QCDはDATAを用いて数をNormalizeする
ShapeはMC
- W,Z,t \bar{t} は数、Shape共にMC

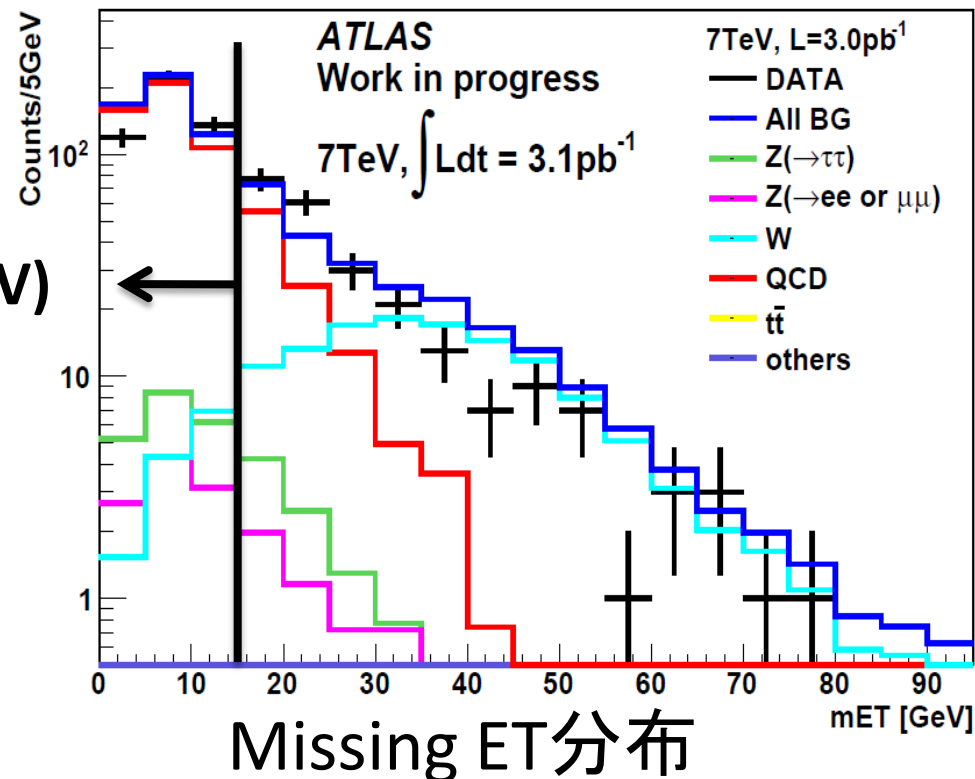
QCD BG Normalization:

1)電荷が逆の

Tau($P_t > 20 \text{ GeV}$), Lepton($P_t > 15 \text{ GeV}$)
が各1つを要求

2) $m_{ET} < 15 \text{ GeV}$ を要求してQCDを
enhanceする

3) この時のEvent数の比を
Normalization factorとする

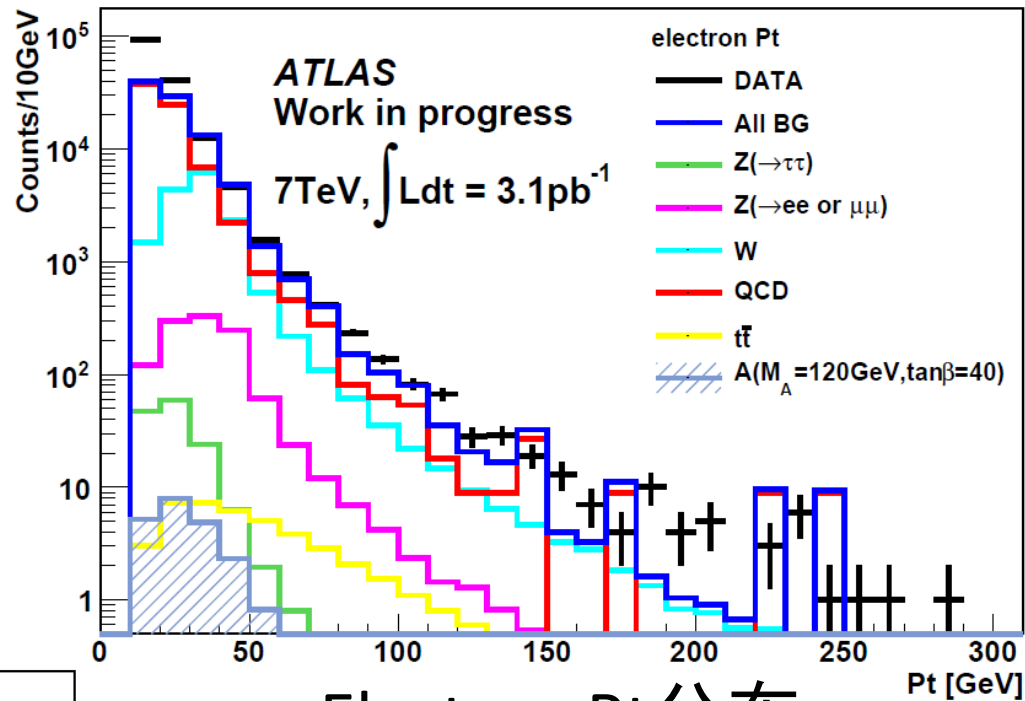


Selection Criteria

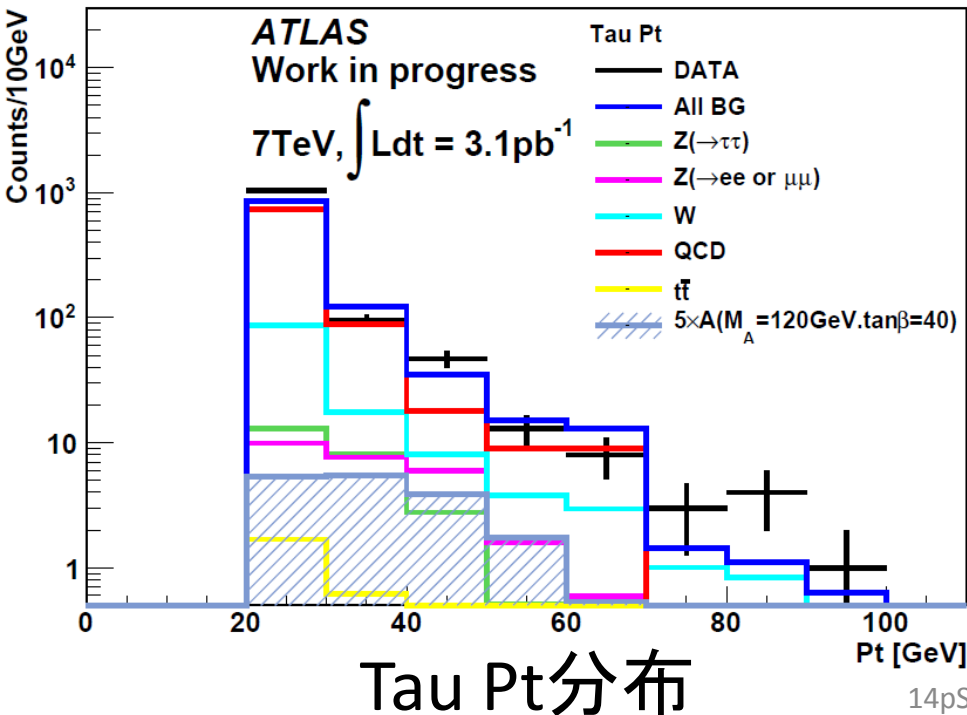
1) Lepton, Tau requirement	電荷が逆なLepton(e,mu)とTauを1つずつ要求
2) Missing ET requirement	横方向消失運動量 > 20GeV
3) Transverse Mass requirement	横方向質量 < 30GeV
4) Visible Mass cut	Mass(Lep, Tau) cut

Electron channelの解析

Electron channel



Electron Pt分布



Tau Pt分布

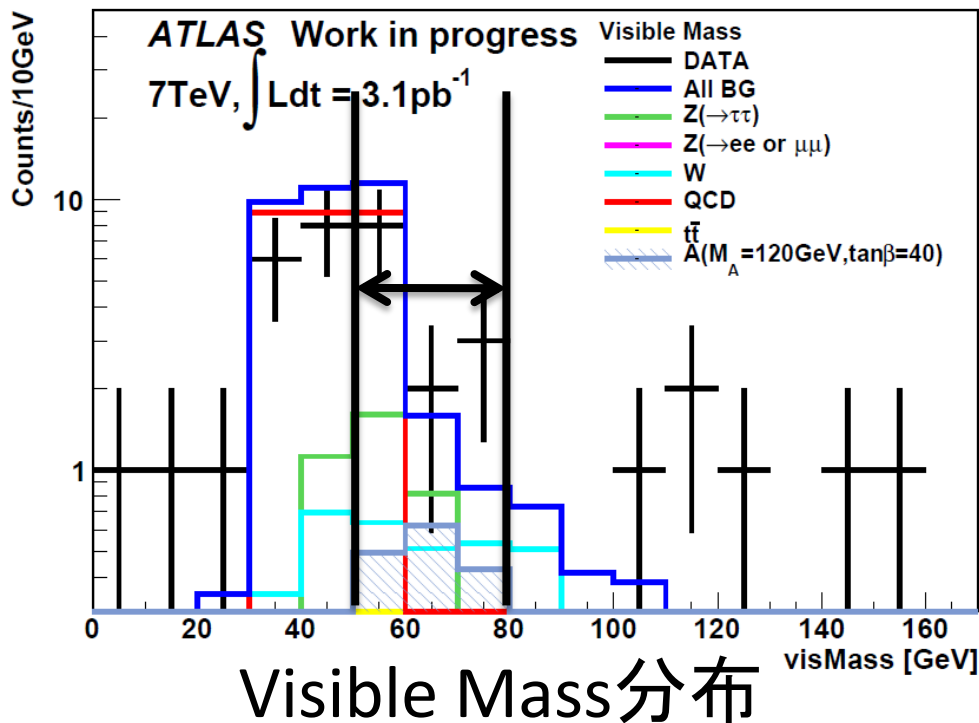
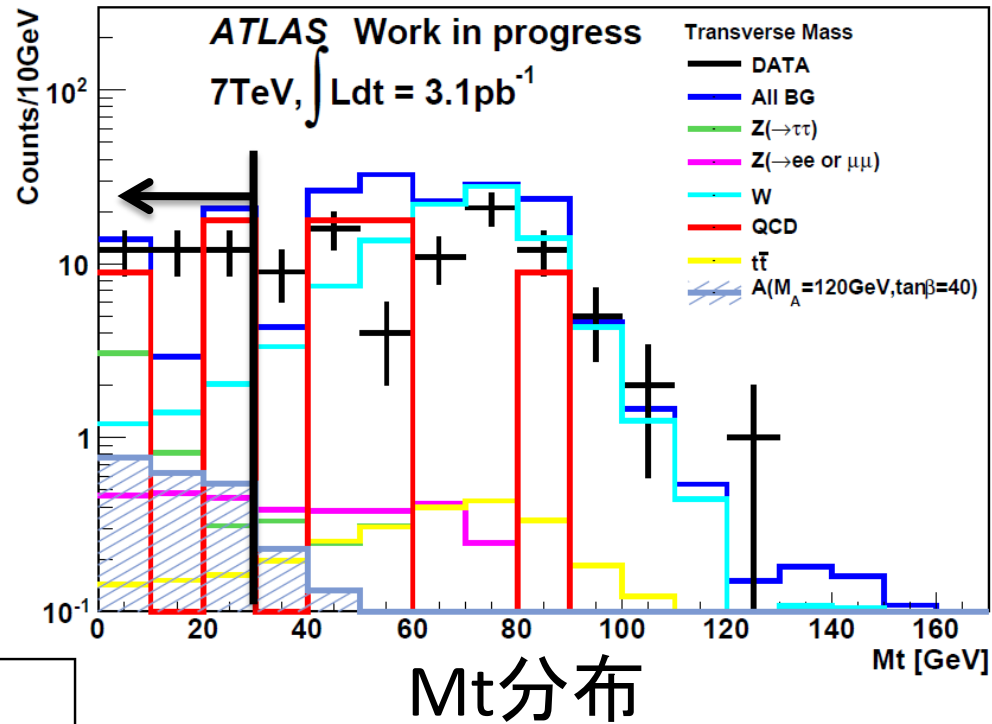
1) Lepton, Tau requirement

2) Missing ET requirement

3) Transverse Mass requirement

4) Visible Mass cut

Electron channel



1) Lepton, Tau requirement

2) Missing ET requirement

3) Transverse Mass requirement

4) Visible Mass cut

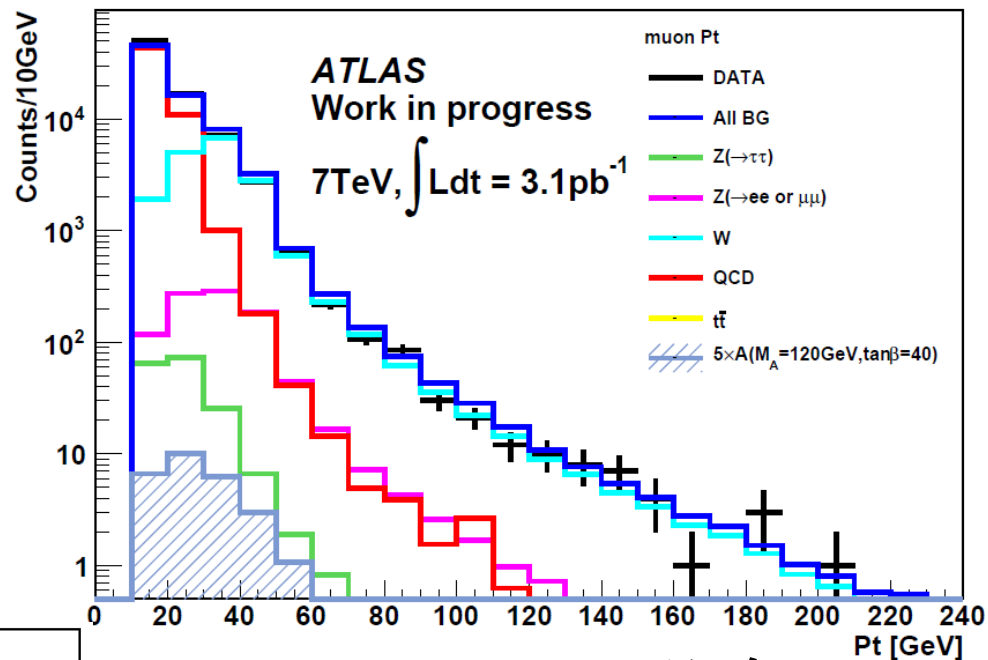
Cut flow(Luminosity=3.1pb⁻¹)

Electron channel

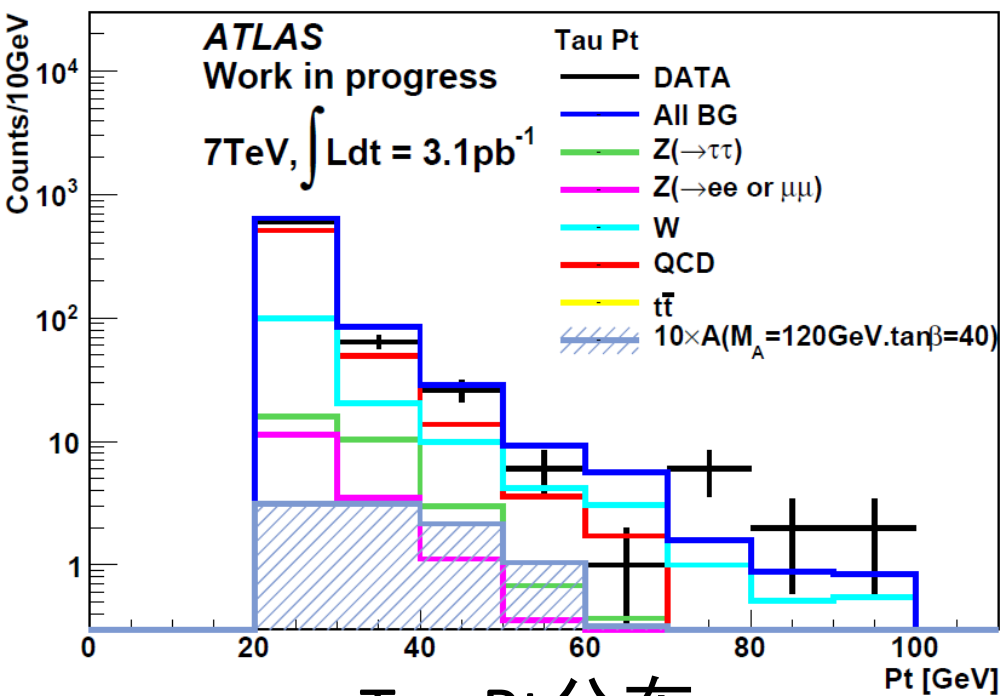
Cut	DATA	Signal	All BG	Z	QCD	W	ttbar
1) Lepton Tau req.	1205 ±35	4.45 ±0.03	1046 ±88	51.0 ±0.6	866 ±88	121.8 ±1.3	4.3 ±0.03
2) Missing ET	117 ±11	1.20 ±0.02	186 ±25	8.7 ±0.3	71 ±25	99.9 ±1.2	3.91 ±0.03
3) Transverse Mass	36 ±6	0.98 ±0.02	38 ±15	5.6 ±0.2	27 ±15	4.6 ±0.2	0.59 ±0.01

Muon channelの解析

Muon channel



Muon Pt分布



Tau Pt分布

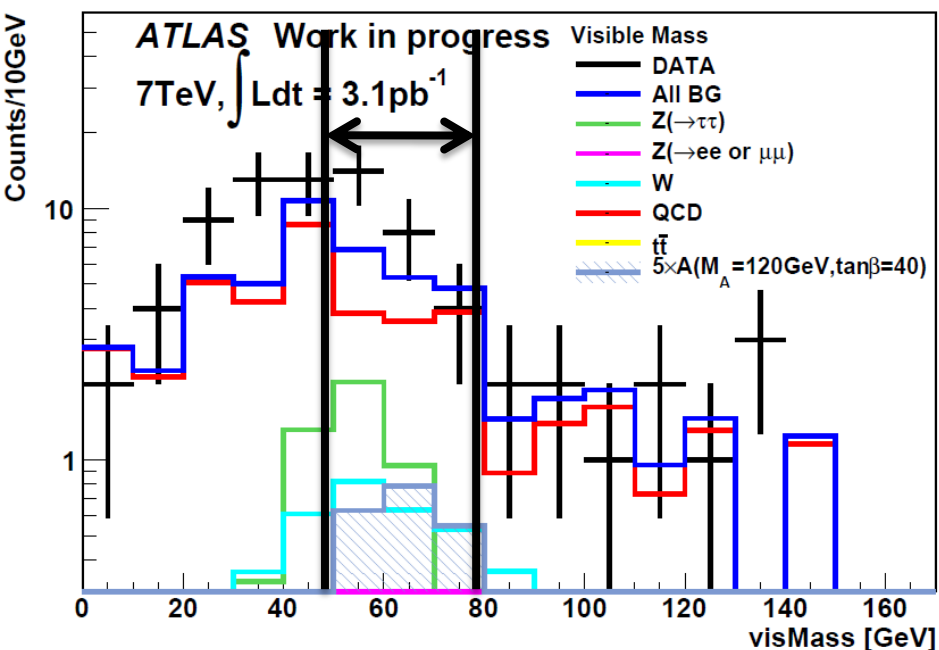
1) Lepton, Tau requirement

2) Missing ET requirement

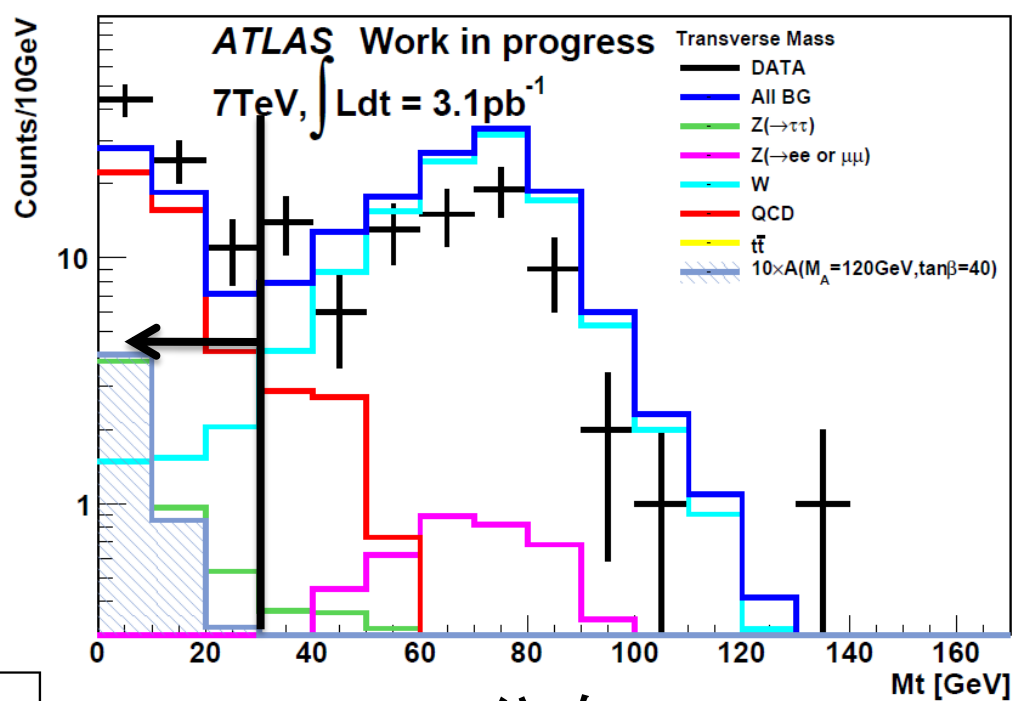
3) Transverse Mass requirement

4) Visible Mass cut

Muon channel



Visible Mass分布



Mt分布

- 1) Lepton, Tau requirement
- 2) Missing ET requirement
- 3) Transverse Mass requirement
- 4) Visible Mass cut

Cut flow(Luminosity=3.1pb⁻¹)

Muon channel

Cut	DATA	Signal	All BG	Z	QCD	W	ttbar
1) Lepton Tau req.	713 ±27	3.71 ±0.06	780 ±35	47.3 ±0.7	579 ±35	139.9 ±1.7	4.79 ±0.04
2) Missing ET	161 ±13	1.28 ±0.03	195.9 ±7.2	11.1 ±0.4	48.8 ±7.0	116.0 ±1.6	4.38 ±0.04
3) Transverse Mass	80 ±8.9	1.03 ±0.03	53.7 ±6.3	5.7 ±0.3	41.9 ±6.3	5.1 ±0.3	0.6 ±0.02

- データとMCの統計誤差:大
- 系統誤差の研究中(~20%後述)
- Same sign eventsを用いたData driven BG estimationを行っている。
Dataとconsistent。
(Electron chも同様)

展望

$$Significance = \frac{Signal}{\sqrt{Background}}$$

Discovery

Significance > 5

Exclude

Significance > 1.96

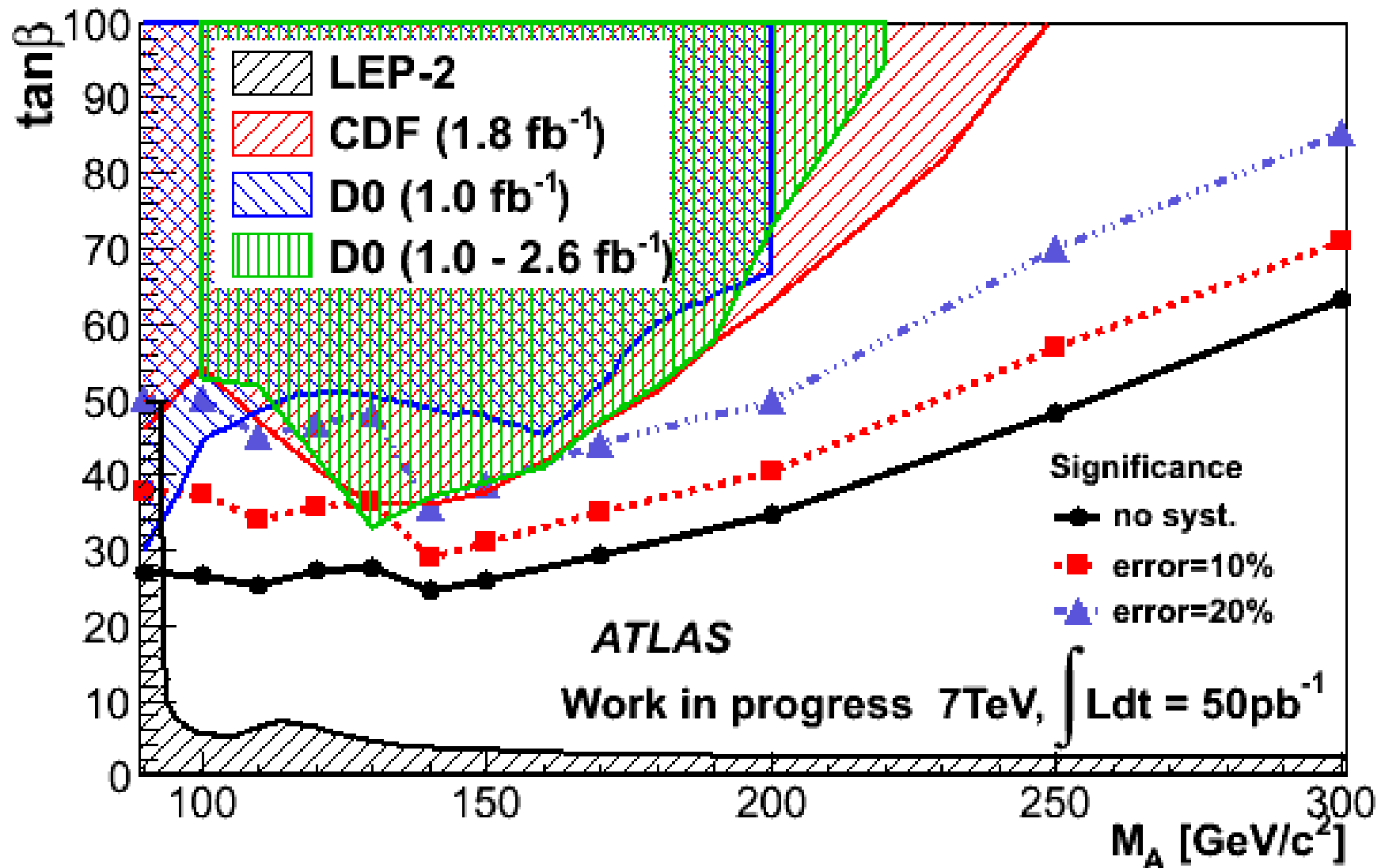
Systematic Error

Systematic Error	現状	来年(L=1fb ⁻¹)
Luminosity	11%	5%~10%
e/mu Reconstruction Efficiency	10%	a few %
Tau Reconstruction Efficiency	10%	~5%

更に、その他 JES(7-10%)等によるsystematics errorも含める。

今年のRun($L=50\text{pb}^{-1}$)における 95% CL. Exclusion

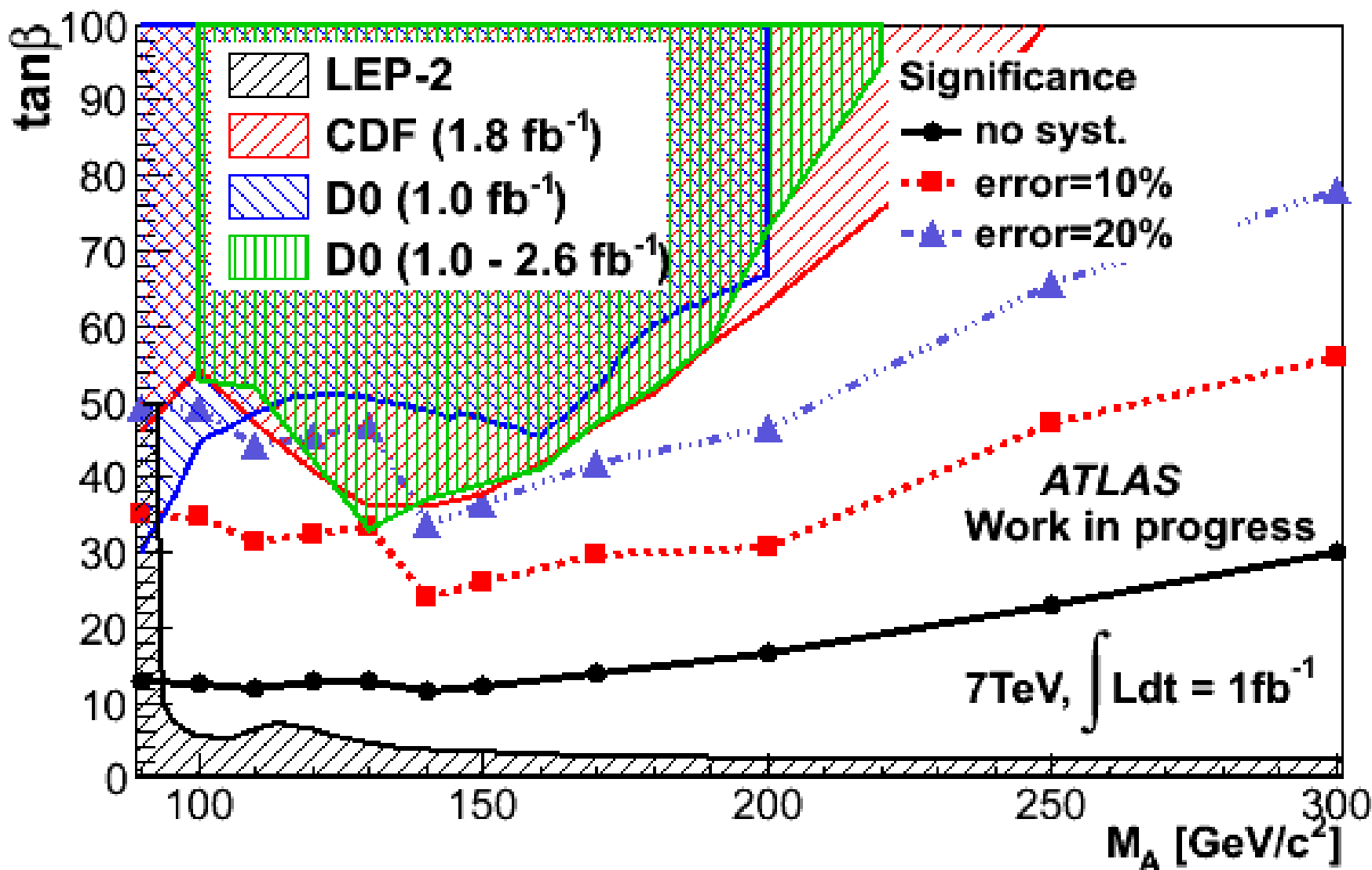
今年のRun(L=50pb⁻¹) 95% CL. Exclusion



来年のRun($L=1\text{fb}^{-1}$)における 95% CL. Exclusion

来年のRun(L=1fb⁻¹)

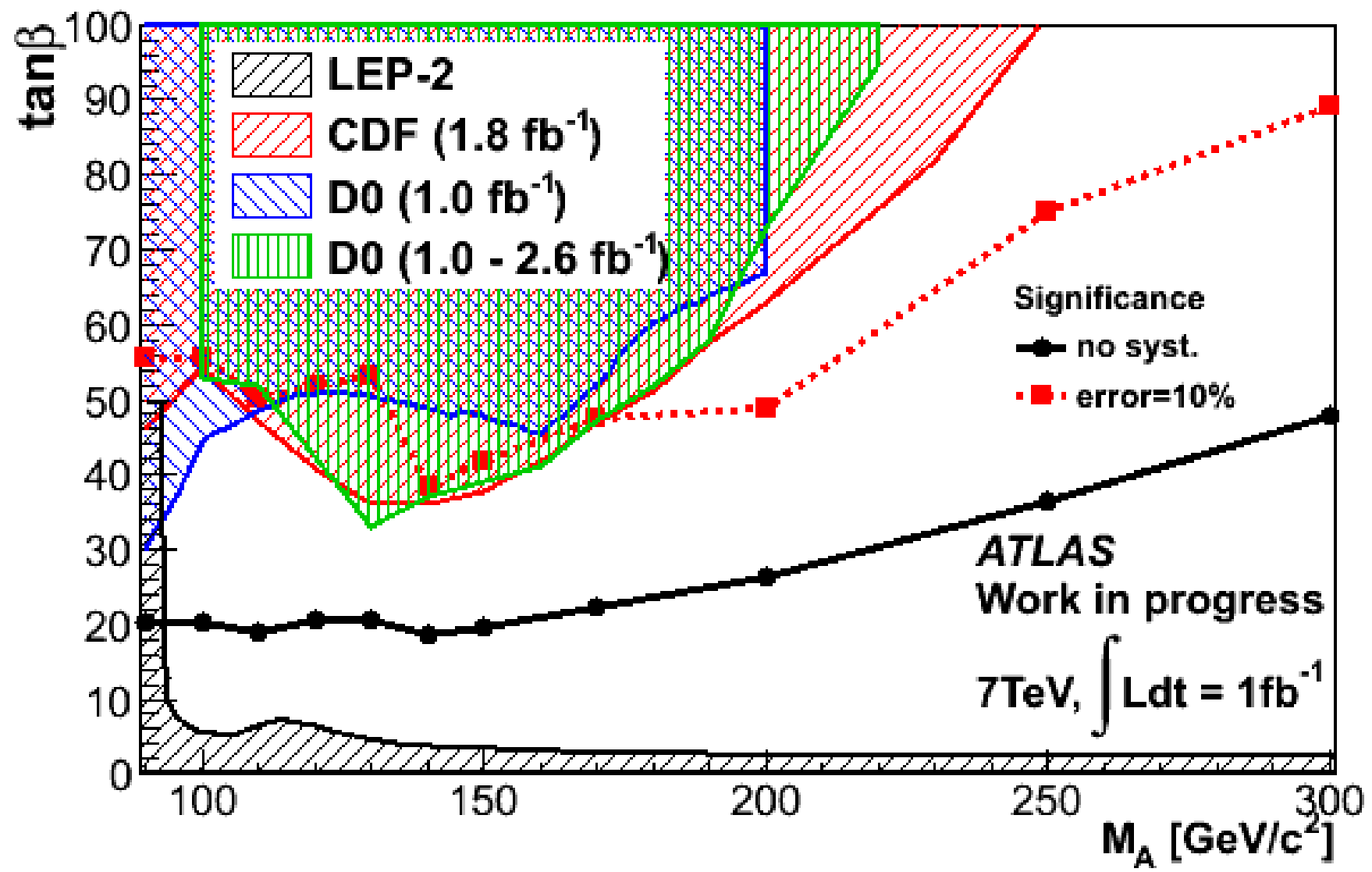
95% CL. Exclusion



来年のRun($L=1\text{fb}^{-1}$)における Discovery Potential

来年のRun(L=1fb⁻¹)

Discovery



まとめ

- 現時点でのDATA($L=3.1\text{pb}^{-1}$)を用いて
MSSM $h/H/A \rightarrow \tau\tau \rightarrow \text{lep, had}$ の探索を行った。
- DATAとMC SM BGはconsistent。
- 今年のRun($L=50\text{pb}^{-1}$)と来年のRun($L=1\text{fb}^{-1}$)におけるDiscovery Potentialを示した。
[今年 : $M_A > 170\text{GeV}$ はExclude可能
 $M_A < 170\text{GeV}$ はTevatron程度
来年 : M_A が高い領域は発見可能
ただし、Cut optimizeが必要]
- 今後はMCを使わないDATA drivenな
BG estimationやSystematic Errorの見積もり
などを行いながら解析を進めたい。