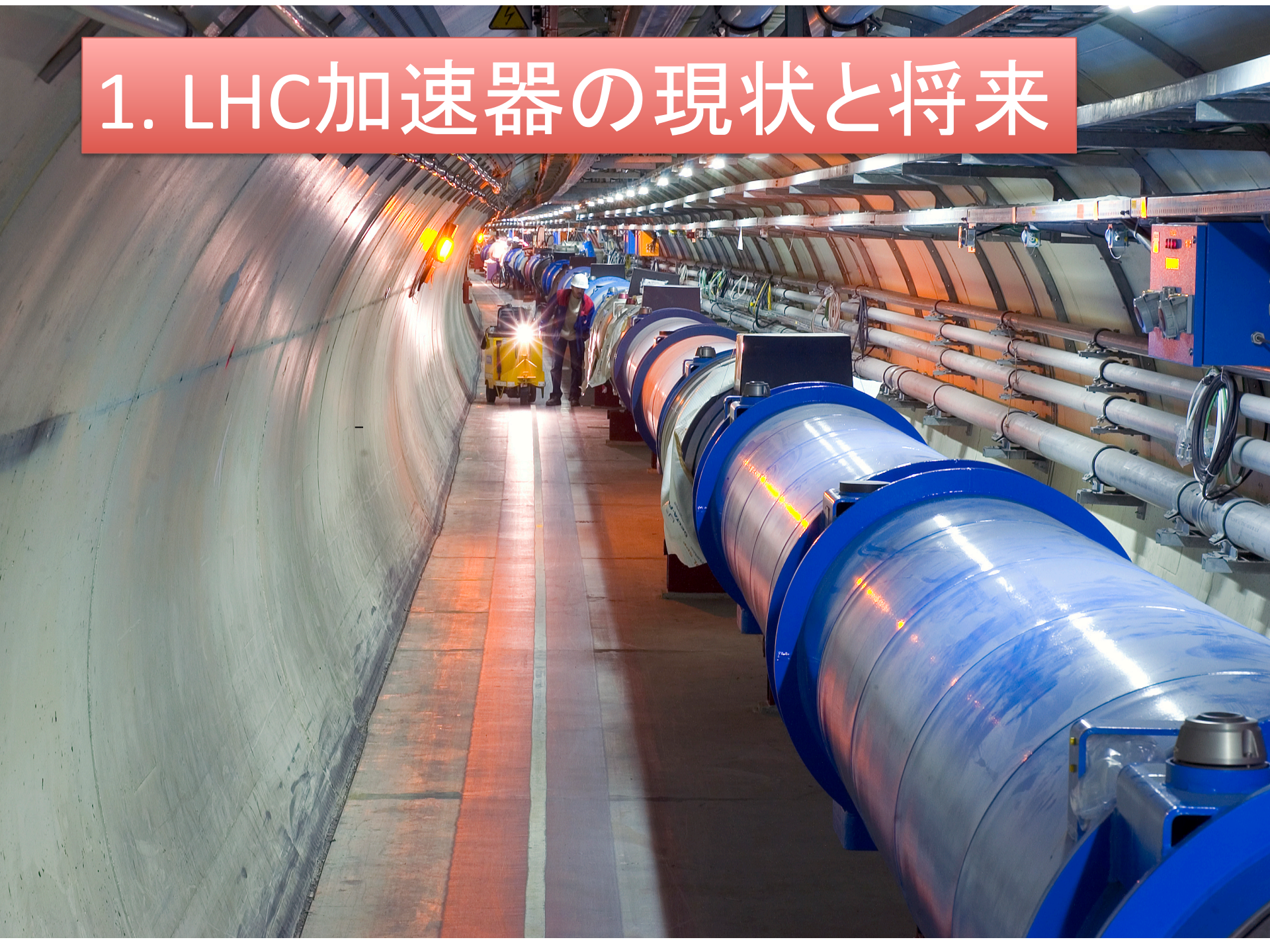


LHC実験最新成果 前半

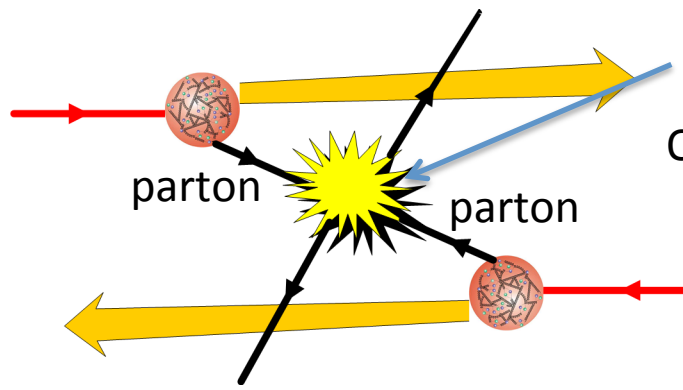
1. LHC加速器の現状と今後の予定
2. 検出器のレビュー SM過程の check
3. ヒッグス粒子
- 4A. 超対称性 mETもの
- 4B. 超対称性 長生きもの
5. 余剰次元
6. TCやその他のSearch

浅井

1. LHC加速器の現状と将来



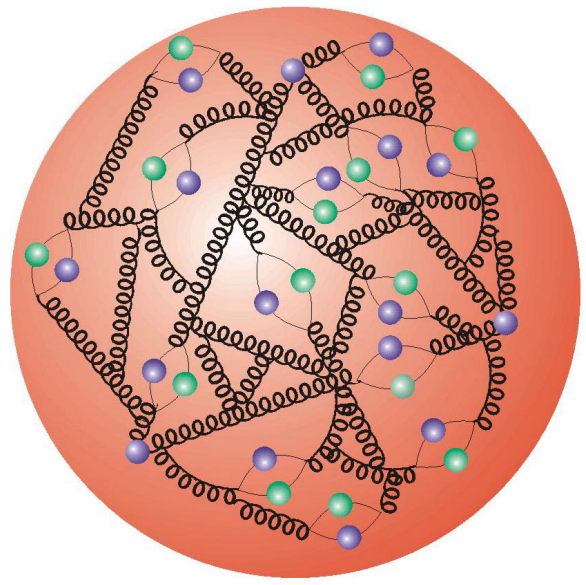
Luminosity is essence for Hadron collider



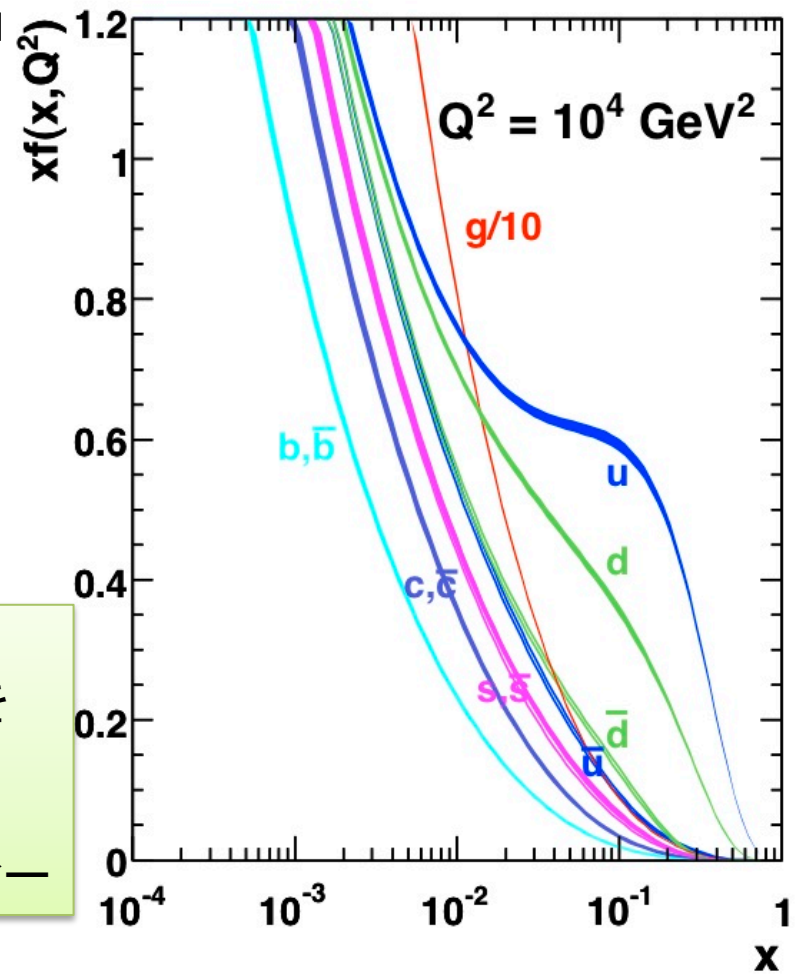
$$\sqrt{\hat{s}} = \sqrt{x_1 x_2} \sqrt{S_{pp}}$$

O(TeV) (7-- 14TeV)

x is ratio of P carried by the parton over P of Proton.

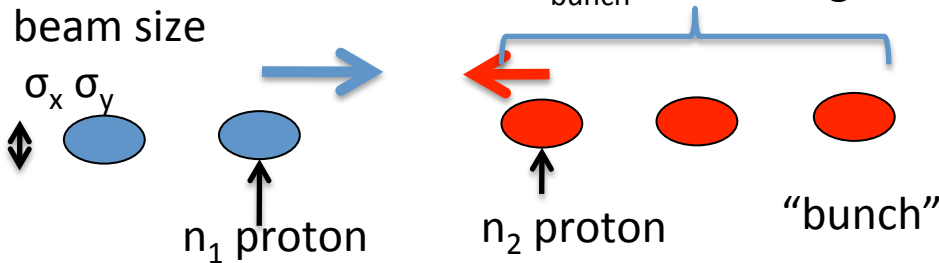


高いエネルギー
の素粒子反応を
探る
=
高いルミノシティ



Bunch Structure of beam

$$L = \frac{n_1 n_2}{4\pi\sigma_x\sigma_y} f$$



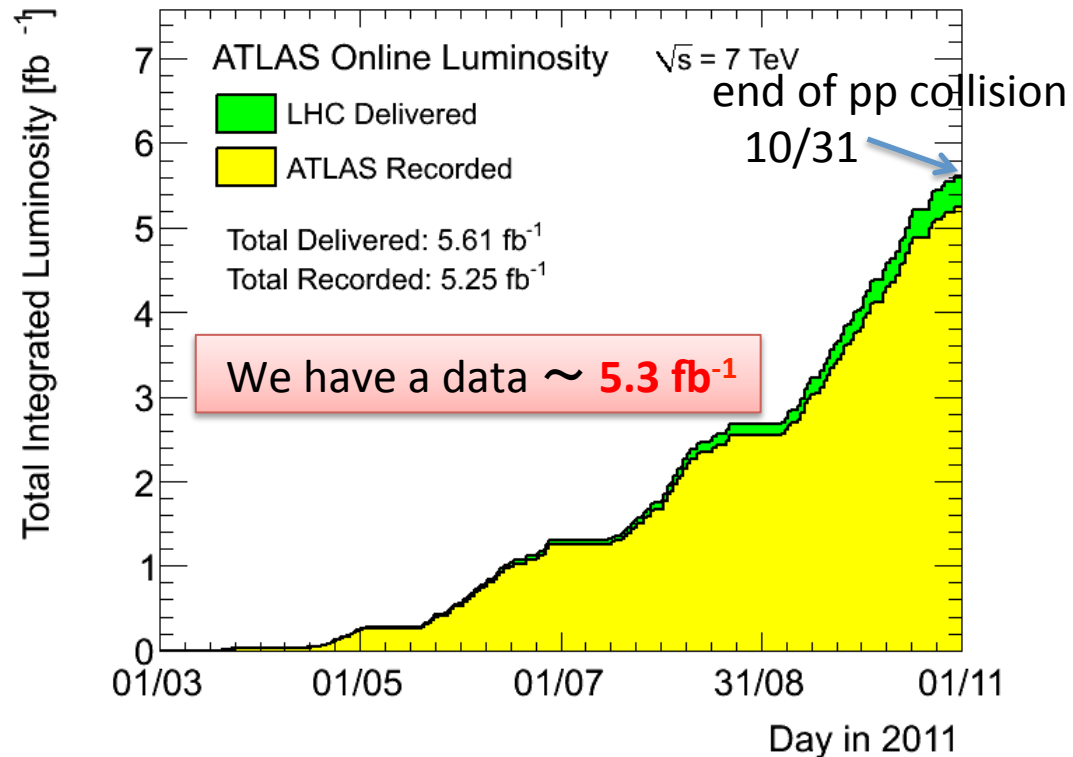
1.4 10^{11} 個の陽子が1つのバンチ
バンチサイズ 23*23 μm 長さ 6 cm

β^* は この σ と関係ある量(反比例)

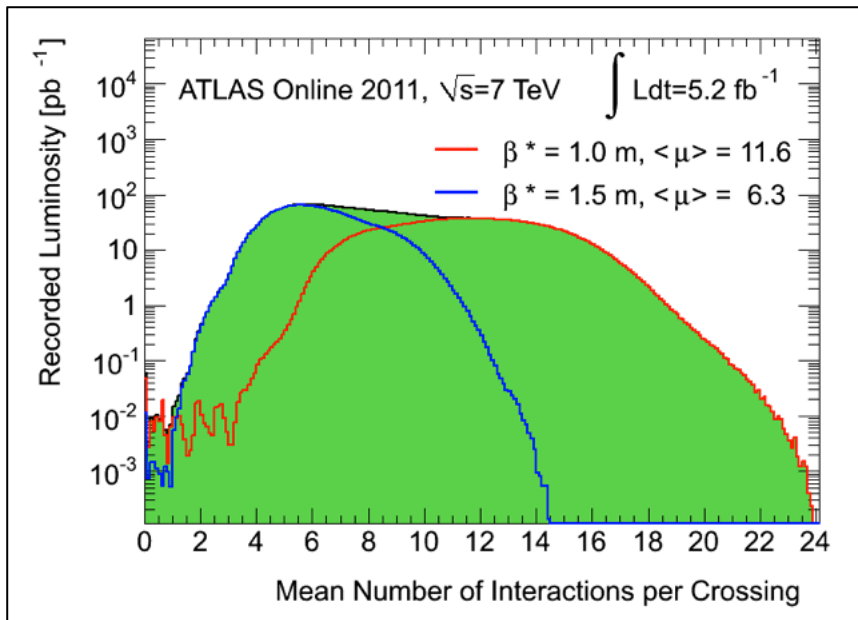
N_{bunch} 1380 (20MHz)
 $\sigma = 23 \mu\text{m}$
 $n = 1.410^{11}$ (chargeの反発ほぼmax)

$$L = 3.7 * 10^{33} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$$

実質2年目で
design Luminosity (10^{34}) に近い。
陽子・陽子は楽
(LEP, Tevatronが苦労したのは反物質)



高いルミノシティの代償: パイルアップ

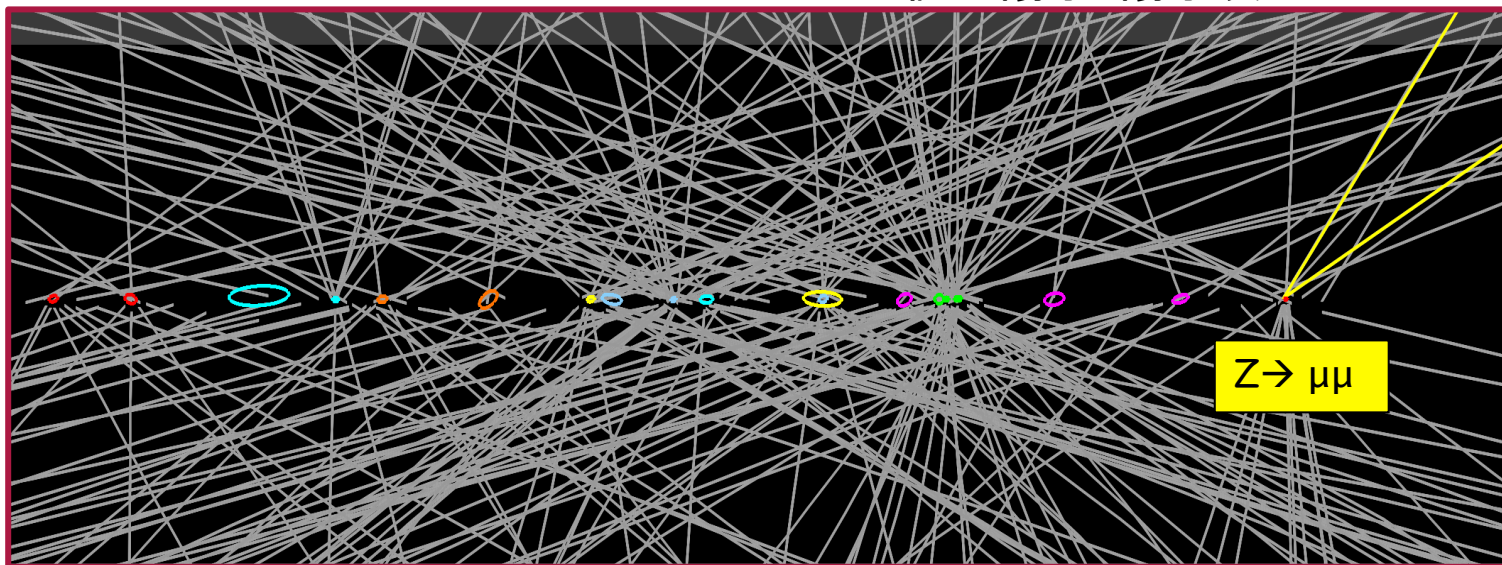


20MHzでバンチが交差すると
平均11.6個の陽子・陽子反応
(ミニマムバイアス)

パートンの反応でなく、
陽子同士の反応 断面積(70mb)

- (1) $P_T \sim \Lambda_{\text{QCD}}$ order のsoft particle
O(1000)放出され 検出器に負担
解析環境悪化 中性子ダメージ
- (2) **バーテックスが??**

20個の陽子・陽子反応



6cmぐらい

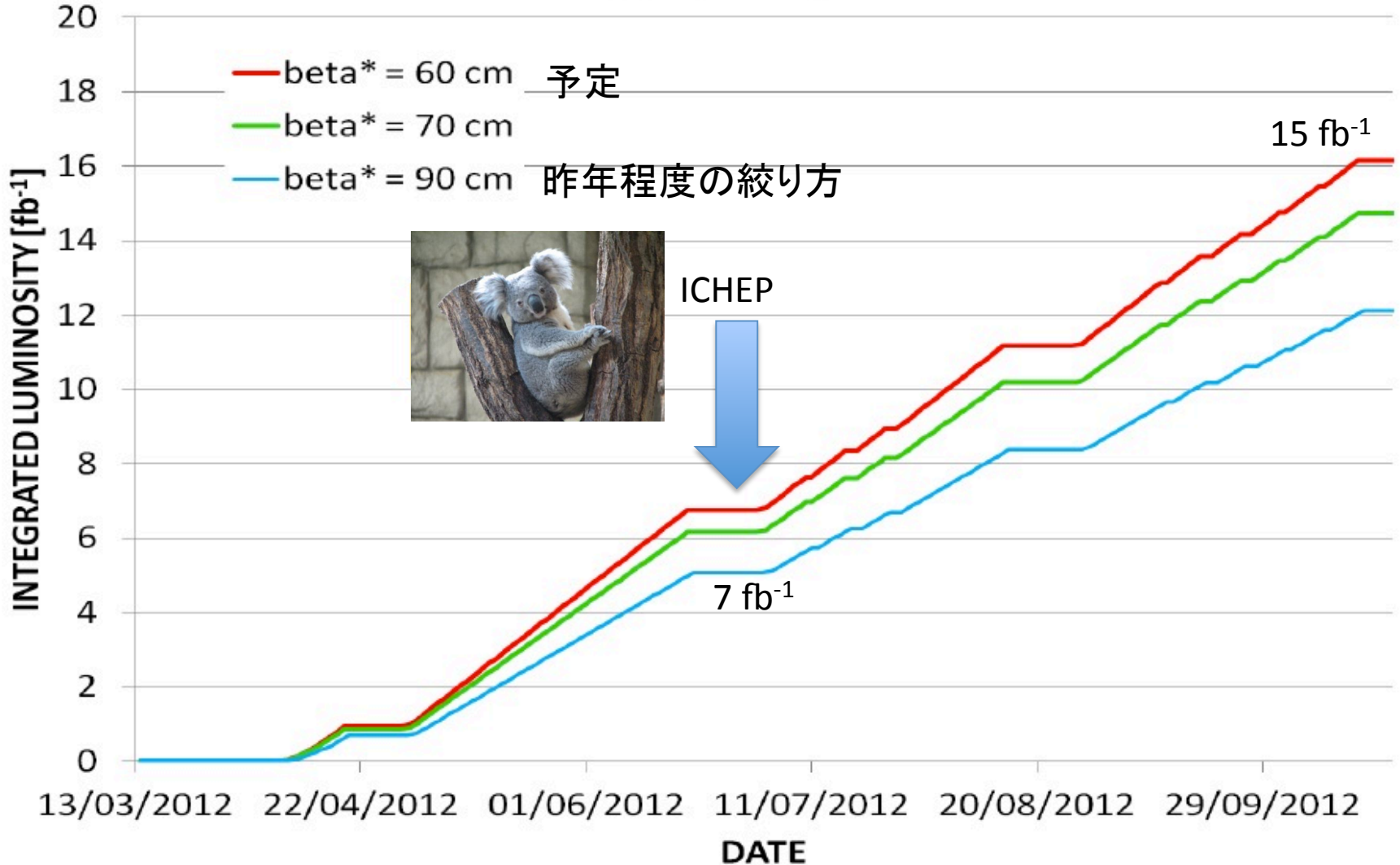
今年の実験予定

Nbunch 1380 (20MHz)
 $\sigma = 17 \mu\text{m}$ (少し絞って)
 $n = 1.6 * 10^{11}$

$$L = 6.8 * 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

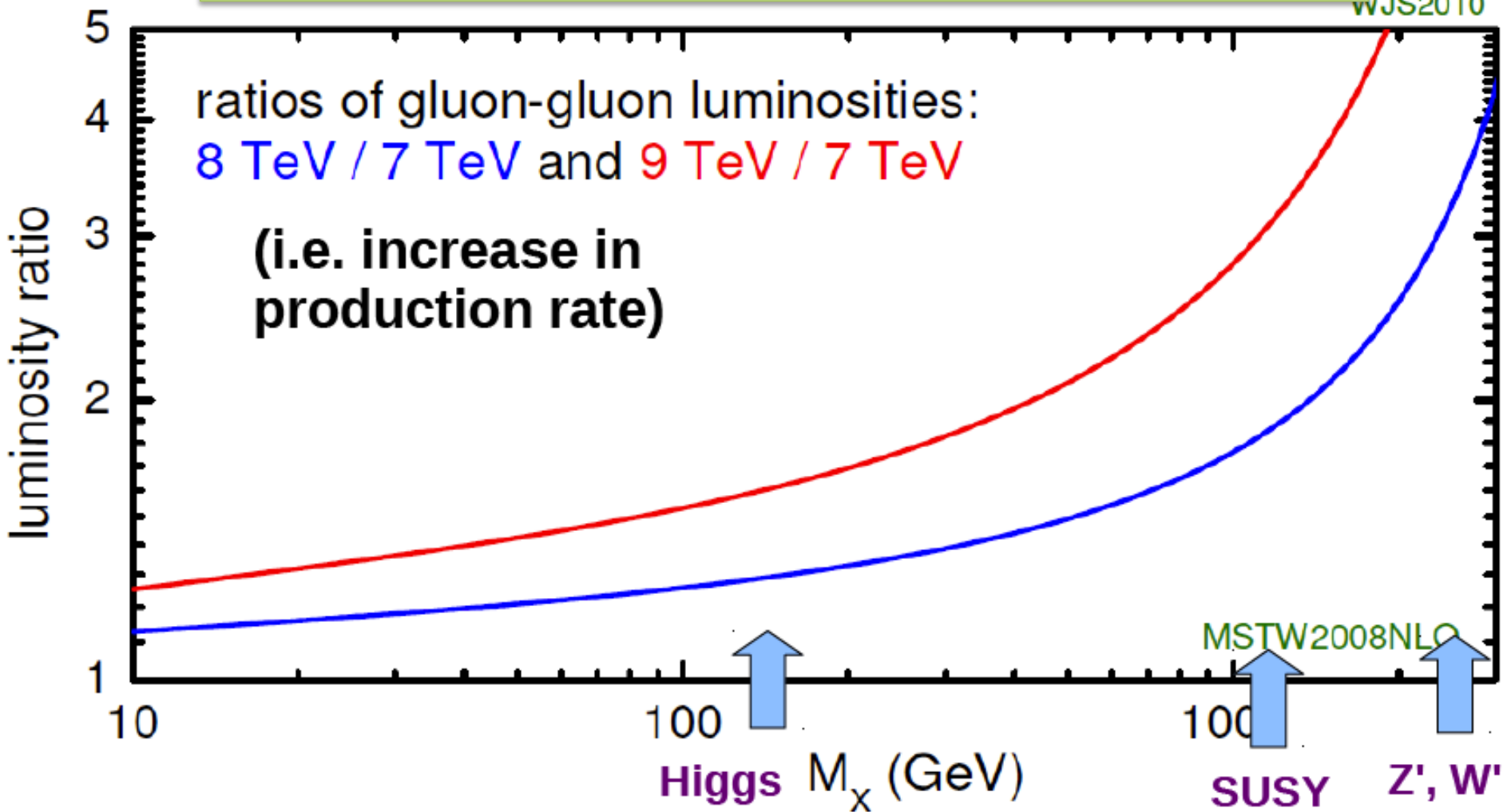
50 ns - 4 TeV

昨年の2倍程度



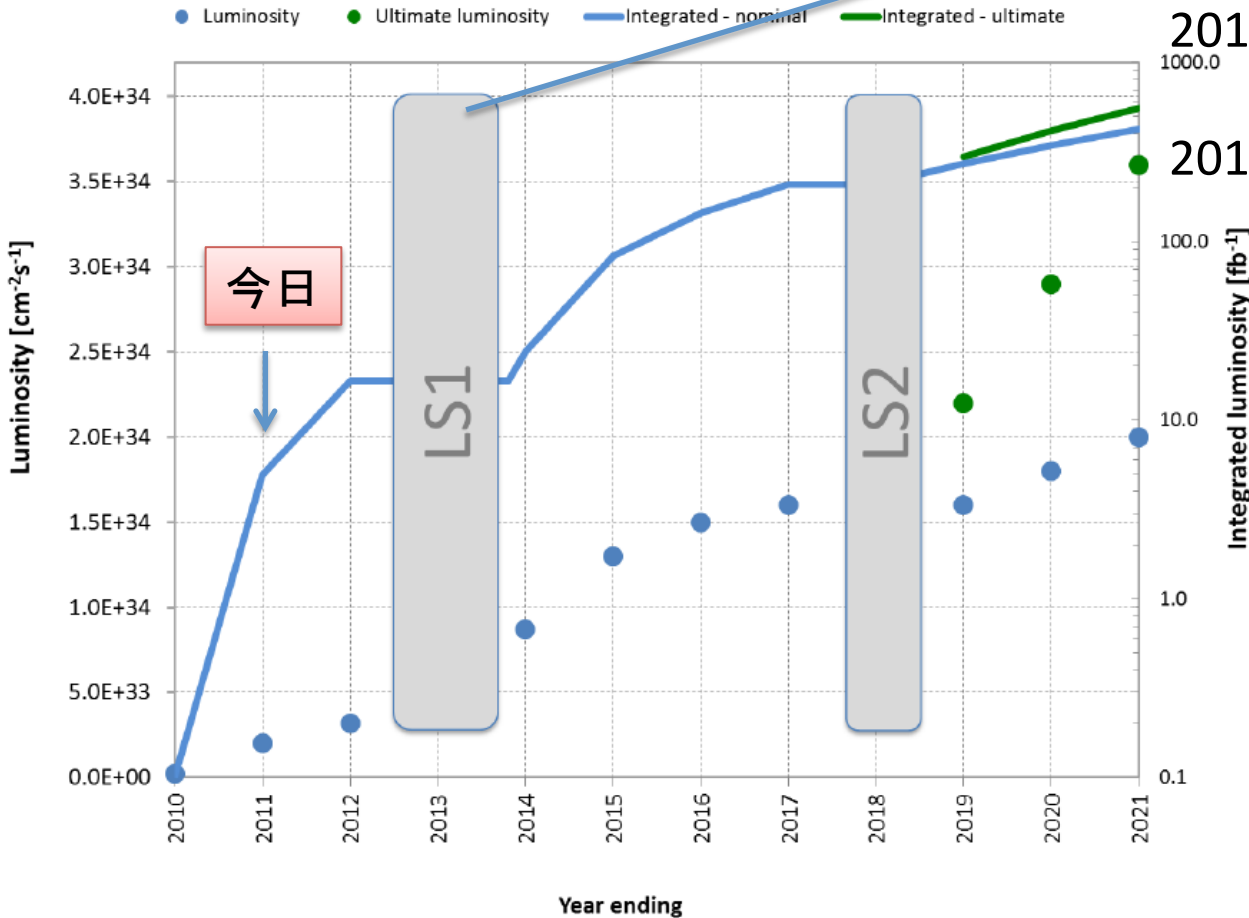
8TeVだと 断面積 Higgs 25%ぐらいのゲイン (少し)
SUSY/ED探索など $\sigma \sim 2.5/4$ 倍 (大きく効く)

WJS2010



New Physics 今年も注目。

LHC schedule



2012 ECM=8 TeV $L \sim 15 \text{ fb}^{-1}$
Higgs year + New phys.

2013 Shut down (20 months)

2014 ECM=13 TeV restart

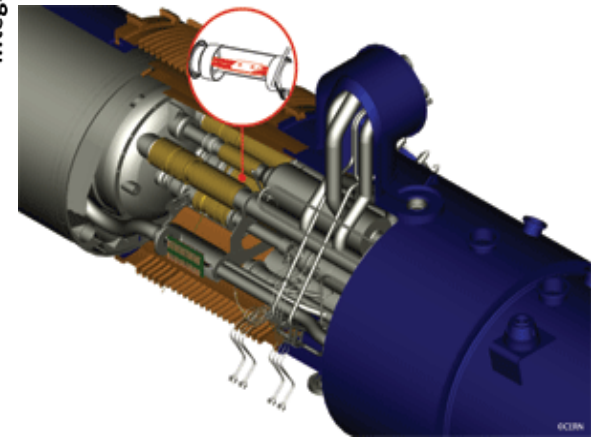
2015,16 $L = 50\text{-}100 \text{ fb}^{-1}$

New Physics year

2018 Injector update

$L > 100 \text{ fb}^{-1} / \text{year}$

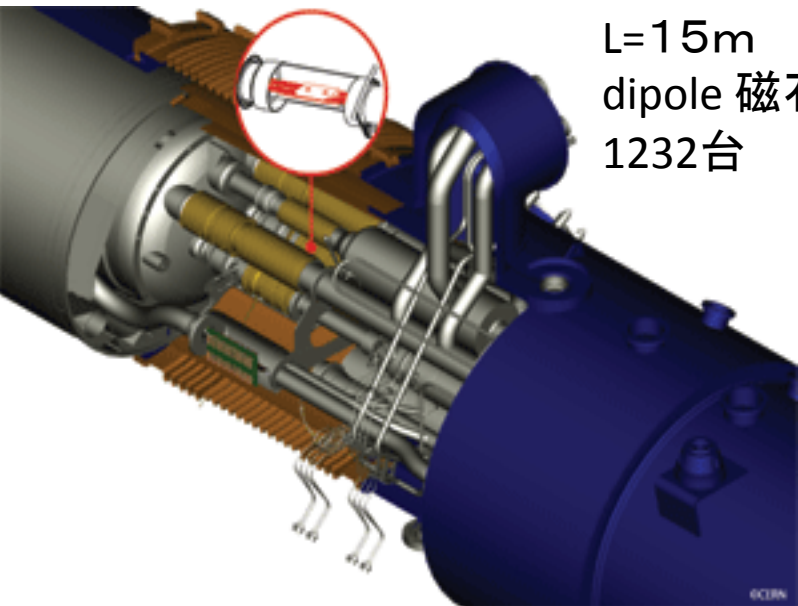
Precision measurements of New Phys.



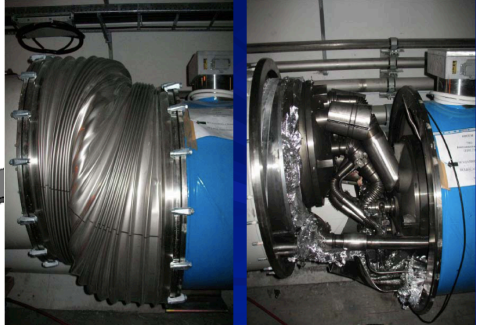
2021- LH-LHC $10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ $L \sim 1 \text{ ab}^{-1} / \text{year}$ **ヒッグスの self coupling**

LHCの大規模修理

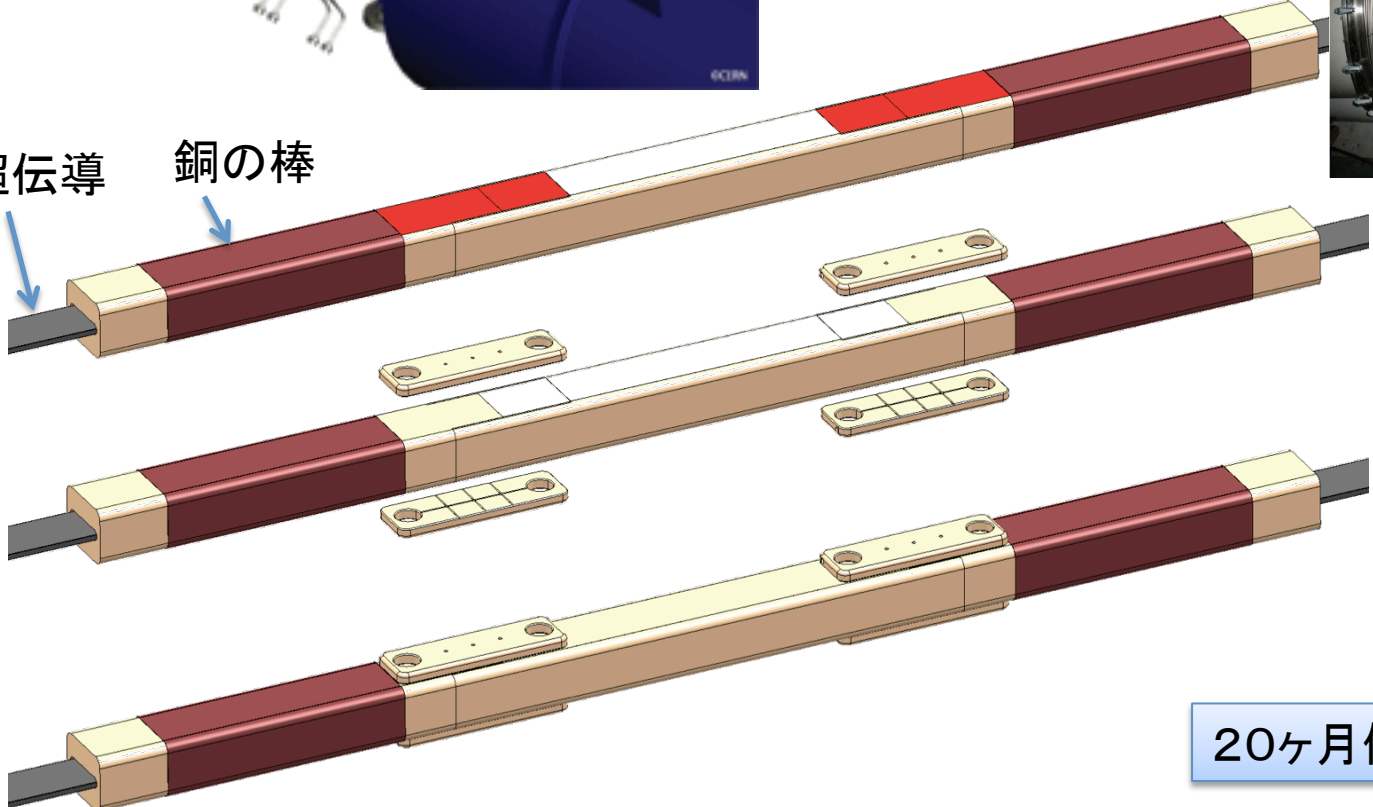
L=15m
dipole 磁石
1232台



7TeV beam をまげる磁場 8.3T →
I=12,000A 超伝導ケーブル nanoΩ
クエンチしたとき、電流を逃がす銅の太い棒の
接続部に 抵抗50μΩあった！！
これが2008年の事故原因



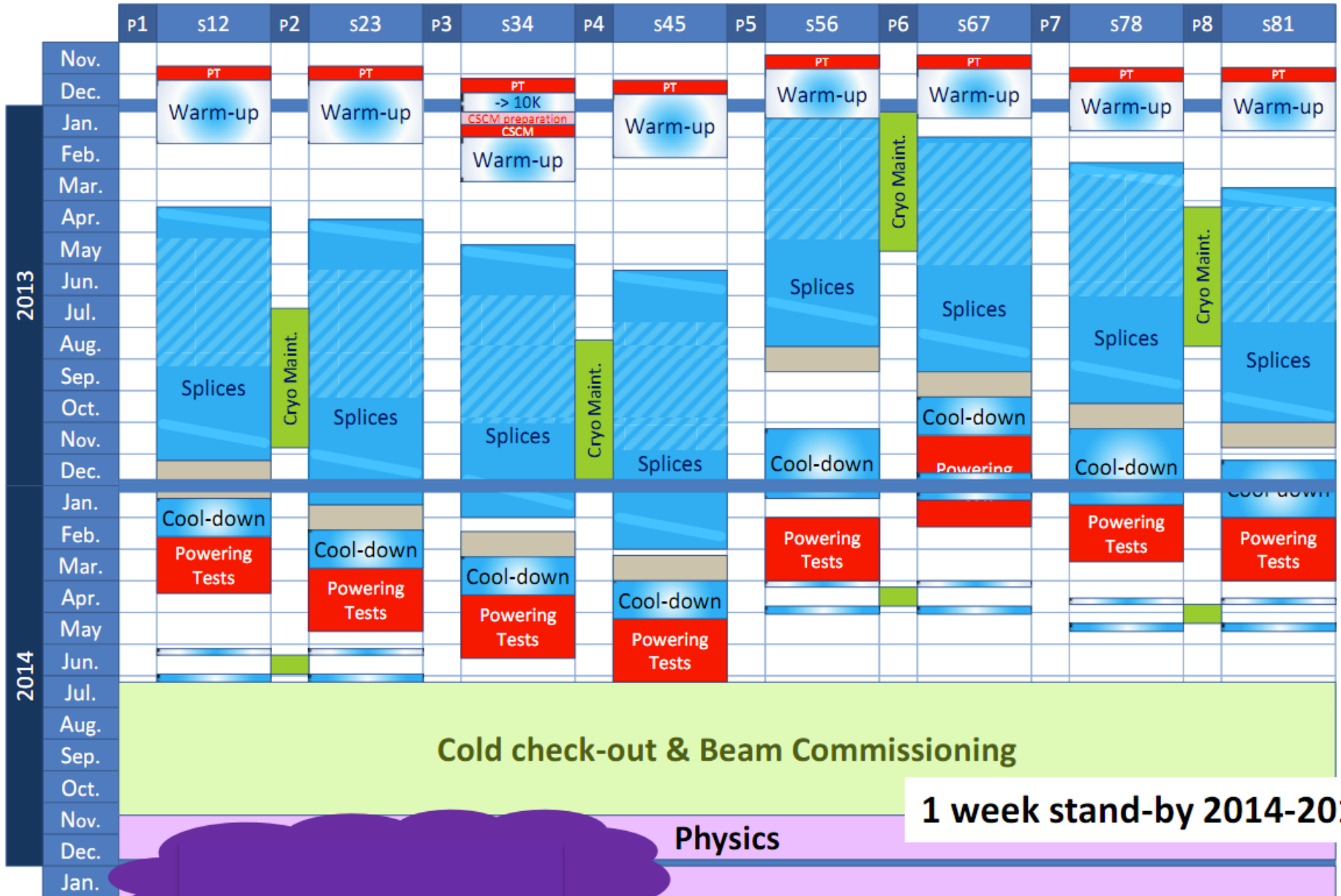
超伝導 銅の棒



新しく
ショートさせる

20ヶ月修理に必要

ECM =13TeV の テストは2014年秋 物理run は2014年末から



LHC 長期計画



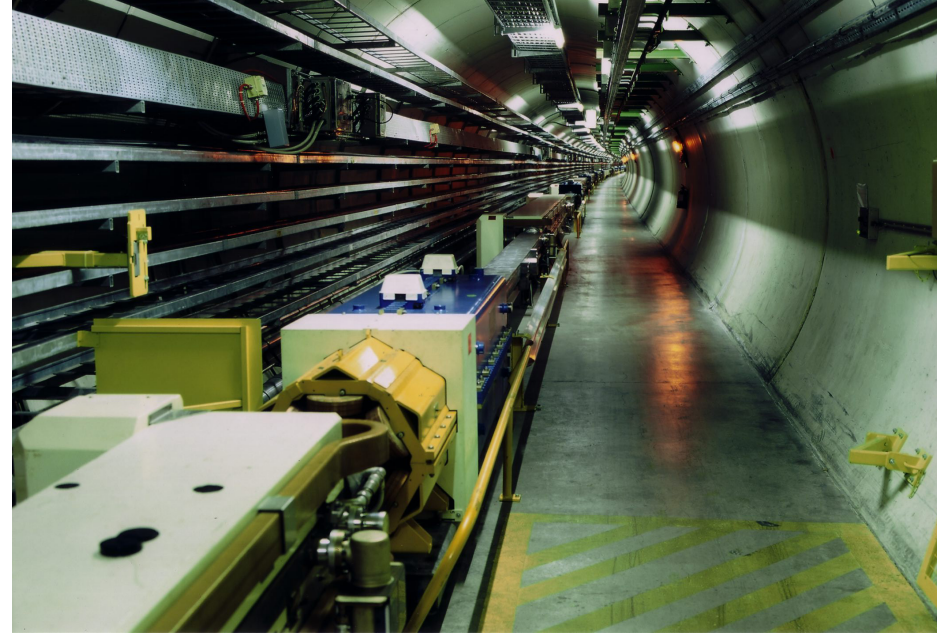
2030- HE-LHC ECM ~ 33 TeV (20T Magnet)
重いSUSYや余剰次元 物理結果依存

SSCと言う昔話
WW散乱がちゃんとできる

Higgs Factory

どっちかて言うと night mare シナリオですが

Post LHCのもう一つの可能性



電子・陽電子を加速するための
超伝導加速管 ($6\text{MeV}/\text{m} = 6\text{keV}/\text{mm}$)
———> エネルギーはこれで決まっている

曲げる為の磁石
1000Gaussくらい
普通の電磁石

LEP-II (1995-2000)	$E = 104.5\text{GeV}$	3.8GeV/周	SR Loss	6MeV/m
LEP-III (2020- ?)	$E = 125\text{GeV}$	8.3GeV/周	SR Loss	20MeV/m 加速空洞

LHCを壊さず、LHCのringの上に置ける。 お値段はだいぶ安い

ATLAS 検出器

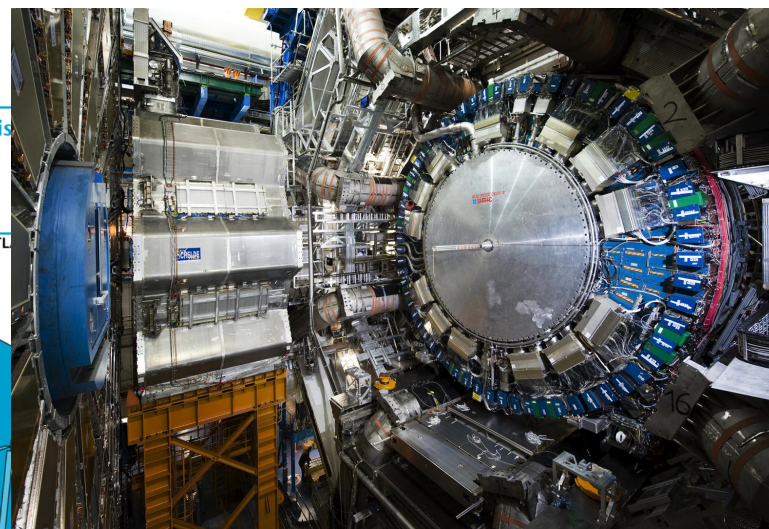
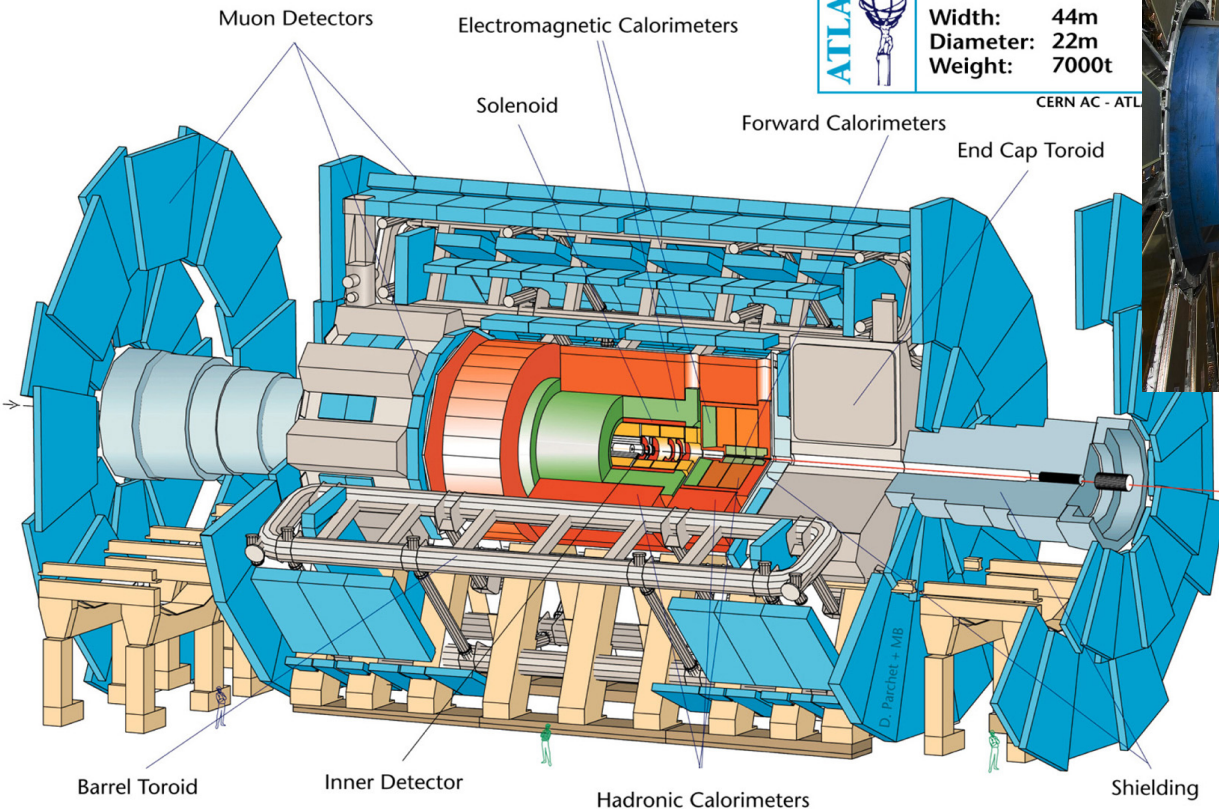
約3000人の国際共同



Detector characteristics

Width: 44m
Diameter: 22m
Weight: 7000t

CERN AC - ATL

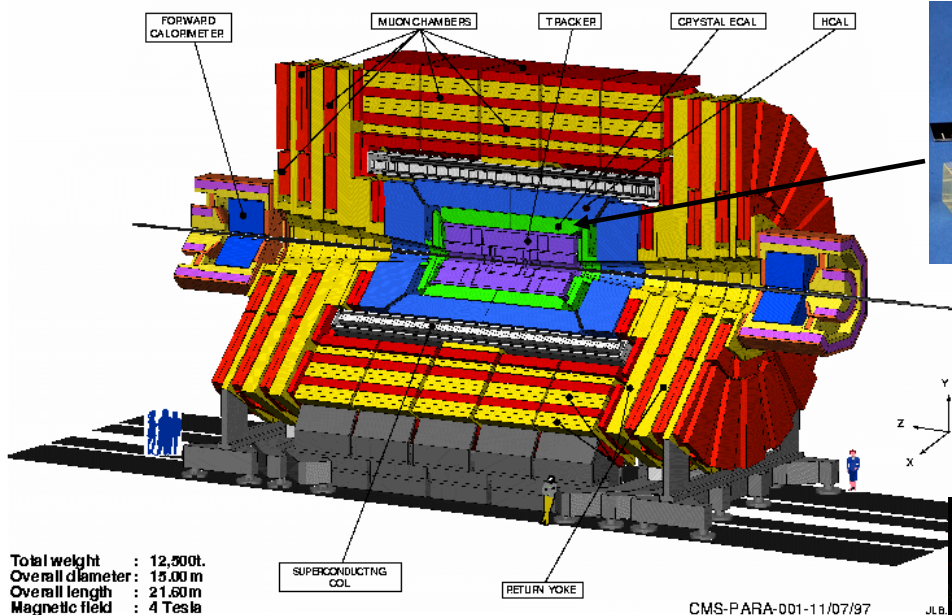


Resolution
(Pt=100GeV)

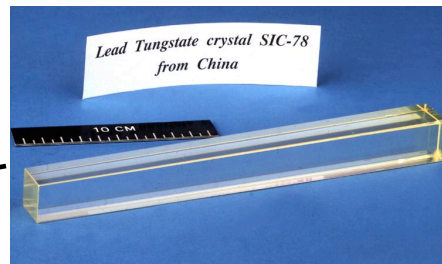
e, γ 1.5%
Muon 2-3%
Jets 8%

- **大きなDetector: バランス 優先**のパフォーマンス とにかく大きい $\delta P/P \sim P/(BL^2)$ Lで勝負
- Accordion Shape of 液体 Ar カロリメータ (放射線耐性、**奥行き情報**、**Fine granularity**)
- **Large air-core toroidal magnet** ミューオンシステム (トロイド磁石)

CMS検出器



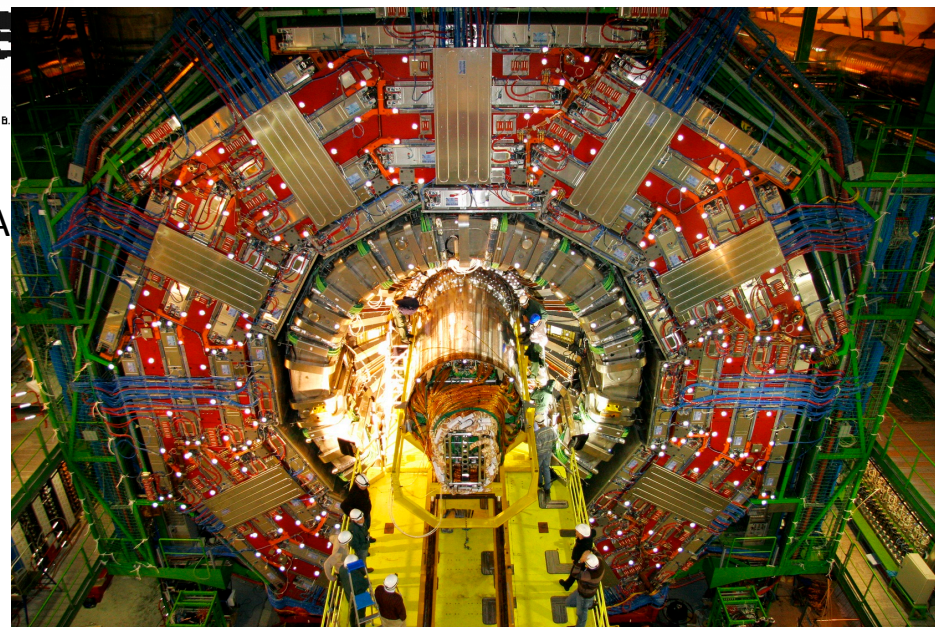
PbWO₄



Resolution
(Pt=100GeV)

e, γ 0.9% !!
 Muon 2-3%
 Jets 12%

- **小さくコンパクト** H=15m L=22m (about half of ATLAS)
 W=12,500ton (twice of ATLAS) 鉄のかたまり
 return yoke (密度3.2g/cc)
- **一点豪華主義**
 PbWO₄ シンチ 電子・ γ に賭けた (Higgs)
 (高いエネルギー分解能、奥行き情報無し)
- **4T (強力) ソレノイド磁石** (小さいのでBで勝負)
 ハドロンの外側: (**薄いハドロンカロリメータ**)



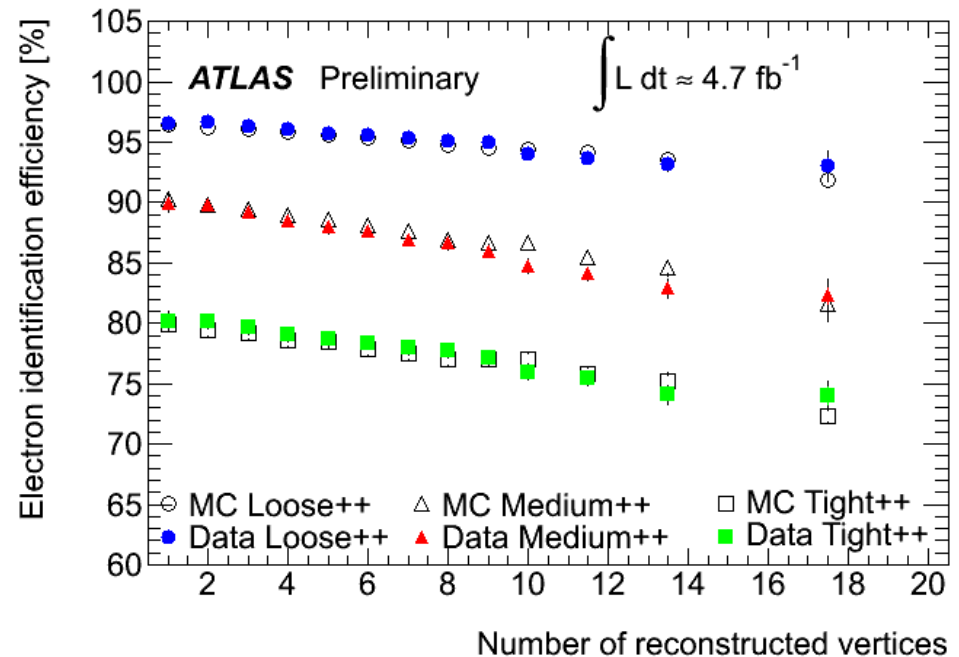
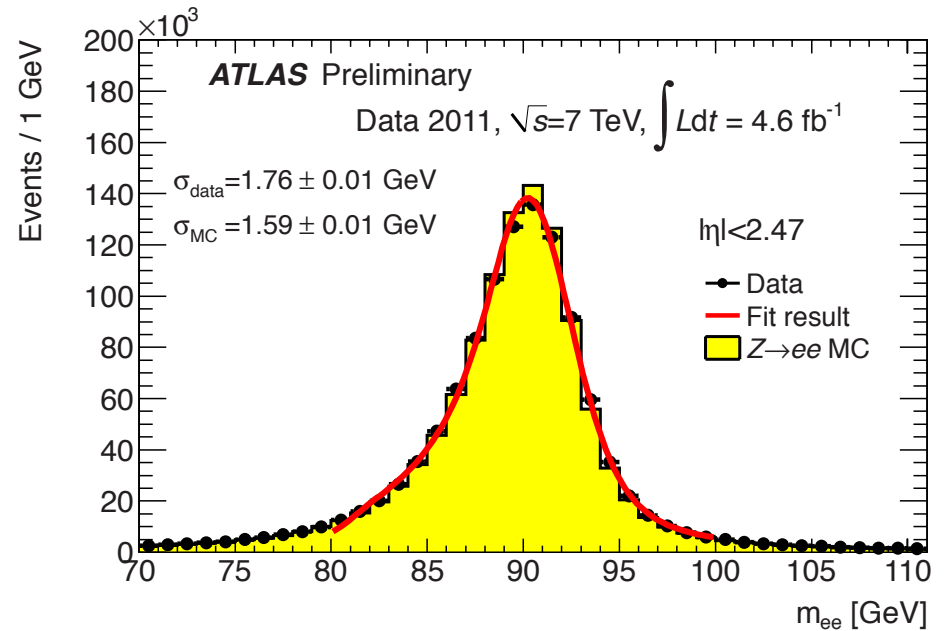
	ATLAS	CMS
特徴	アコーディオン型L.Ar トロイド磁石ミュオン バランスと細かさ	PbWO4 EM分解能 (中性子で) 4Tソレノイド
飛跡検出器	B=2T Lで勝負 連続飛跡可能 (kink, disappear)	B=4T Bで勝負 半導体不連続
電磁カロリ	LAr+Pb 10%/SQRT(E) 細かな+縦方向	シンチレーター 3%/SQRT(E) 細かく読み出せない
ハドロンカロリ	厚い鉄 + シンチレーター 50%/SQRT(E)	薄い真鍮 + シンチレーター 100%/SQRT(E)
ミュオン	空芯トロイド multiple-scatter が少ない low PT もOK 磁場が複雑	ソレノイドのリターンヨーク 鉄 散乱が大きい 磁場が強く安定: 前方は苦手
Trigger	3段構成 Hard + Local Soft + Full Reconst	2段構成 Hard + Full Reconst
つよみ	長生きもの ジェットが強い B-physics	e/ γ もの simple なんてcalibrationが楽

2. 豊富な標準モデル過程 検出器 performance

ATLASの電磁カロリメーター Z->ee

energy resolution $\sigma = 1.76\text{GeV}$
2%

Identification efficiency $\sim 80\%$
Pileupが増えても効果は小さい。
 (80->75%になるていど)
 MCもほぼデータ再現
fake $\sim 10^{-4}$ order



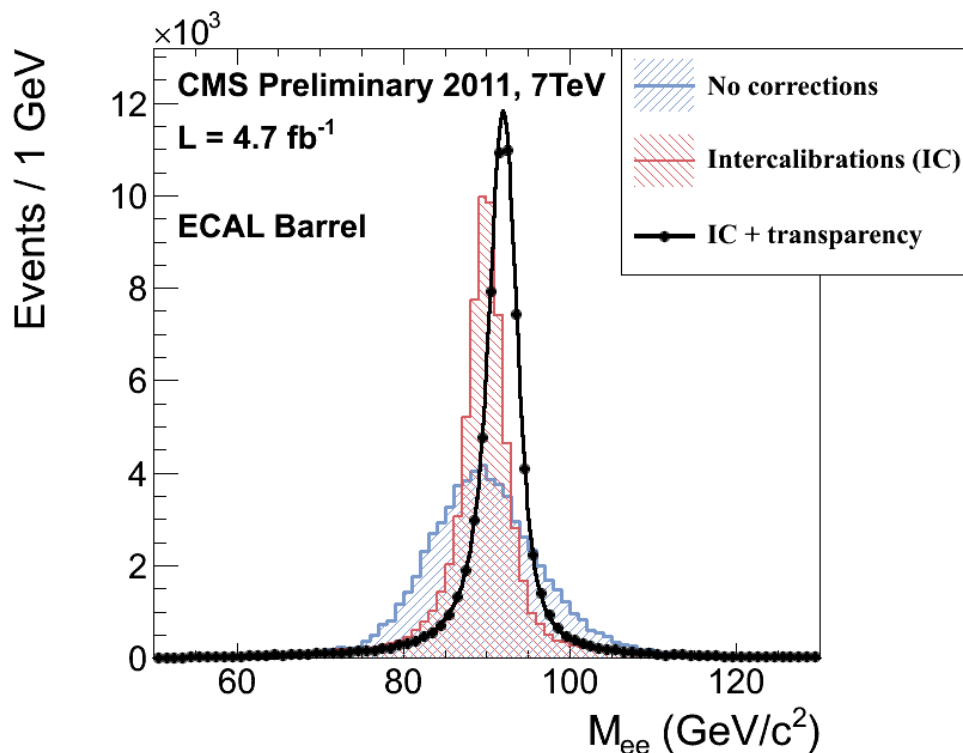
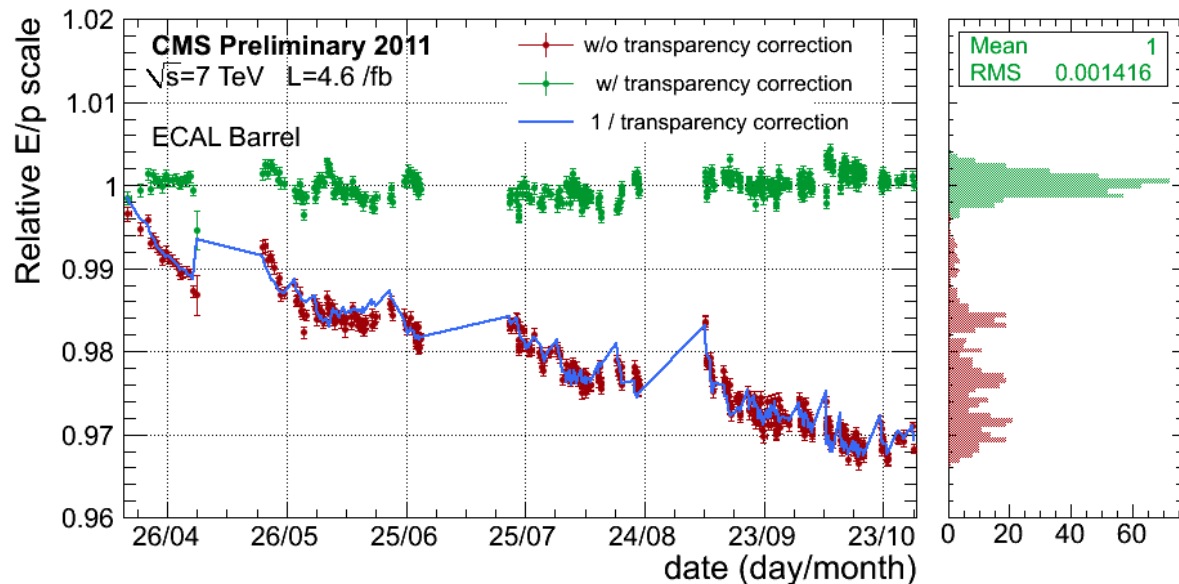
CMSの 電磁カロリメーター Z->ee

中性子のrad. damageで
透明度が変動する。
しかも、%のオーダーで
単調減少ではなく、beam
休止中にもどったり結構複雑
(中性子に長い間あてるテスト
してなかった。)

レーザーで追尾して補正
 $\sigma \sim 1\text{GeV}$ 1%までつめた。

Barrel側だけ補正した
Endcap側はまだ。(rad. 多い)

Hart of CMSはまだ活かしきれ
いない



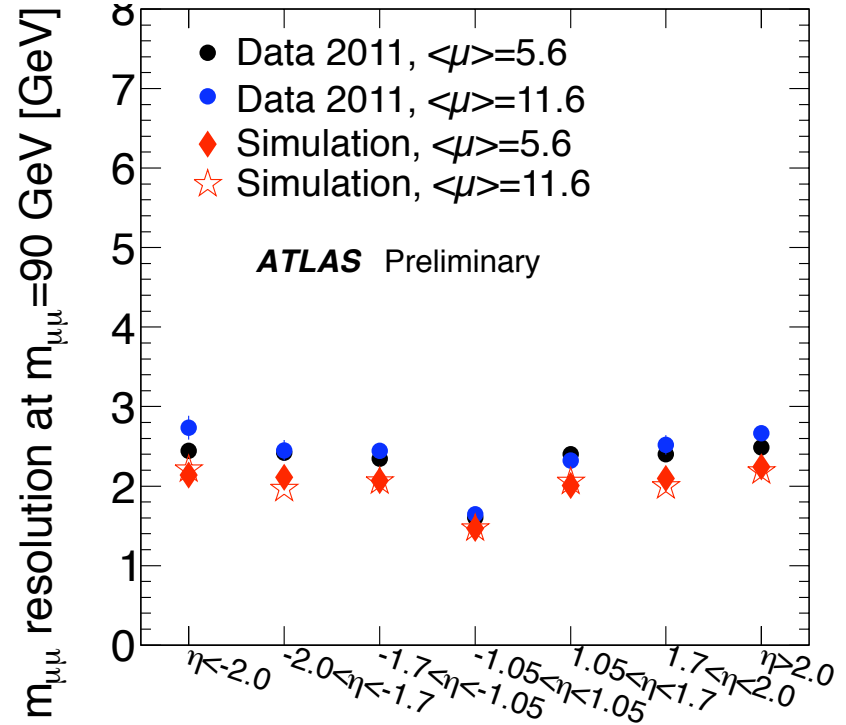
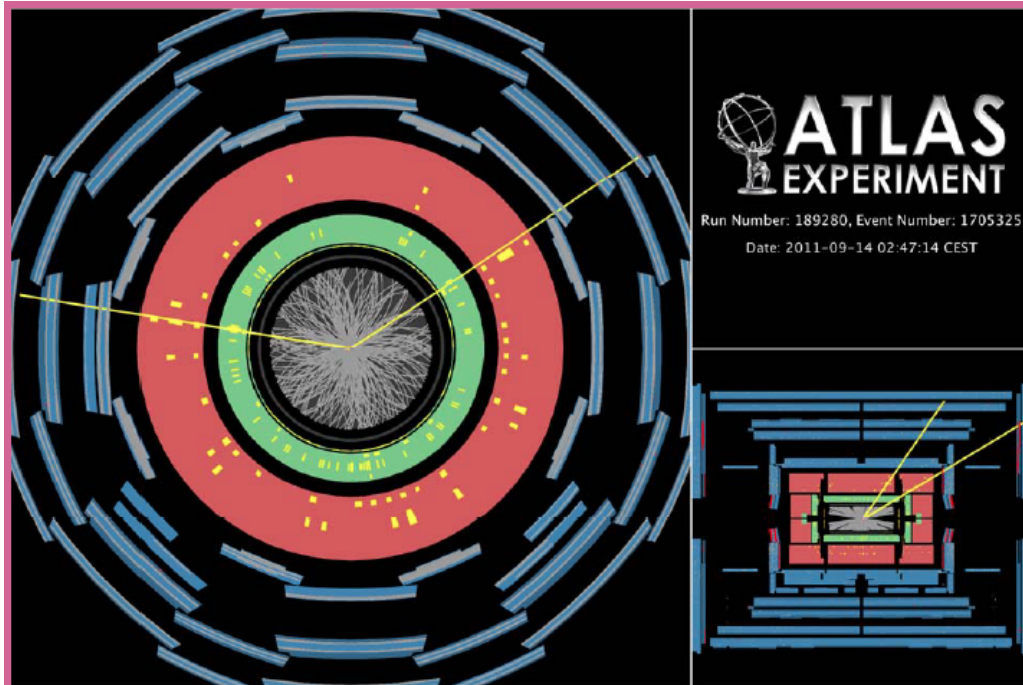
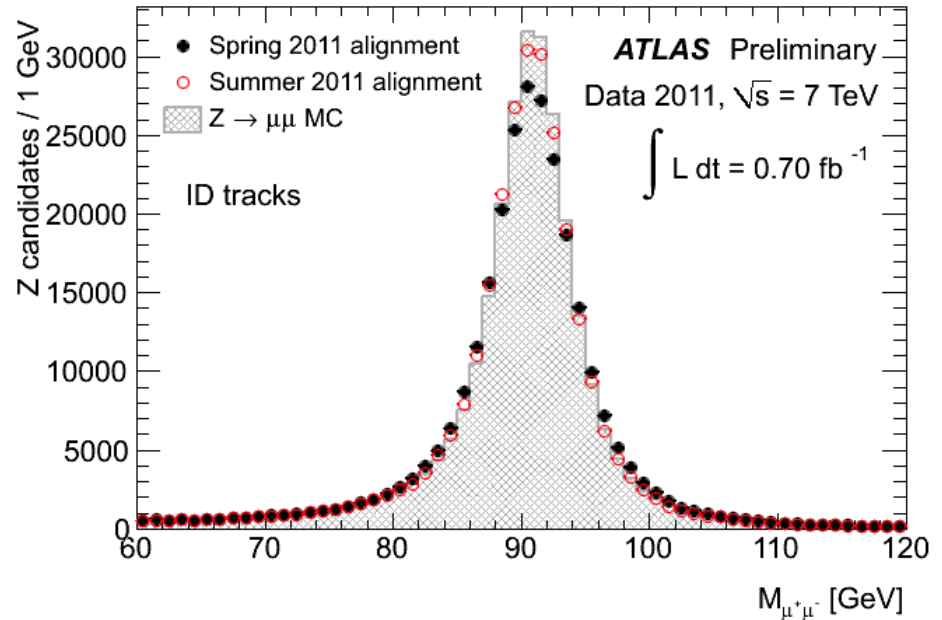
Z->mumu

muon のID efficiency
 ~ 90%

electronより高い

Fakeは 10^{-5} Endcap側 多少悪化する

simulationとの差はcorrection
 ている



QCDジェット事象

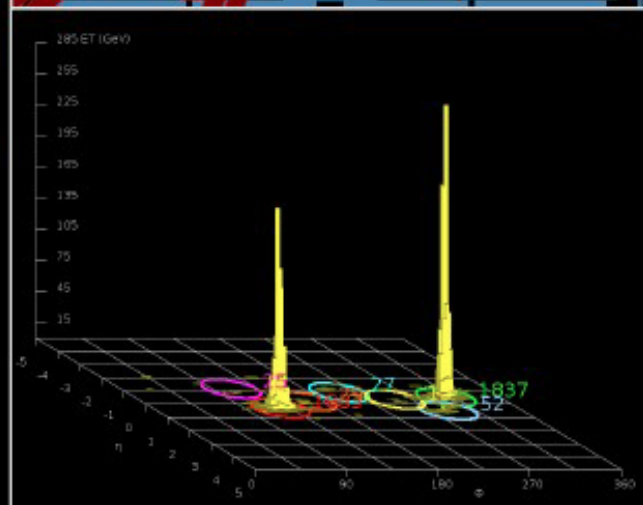
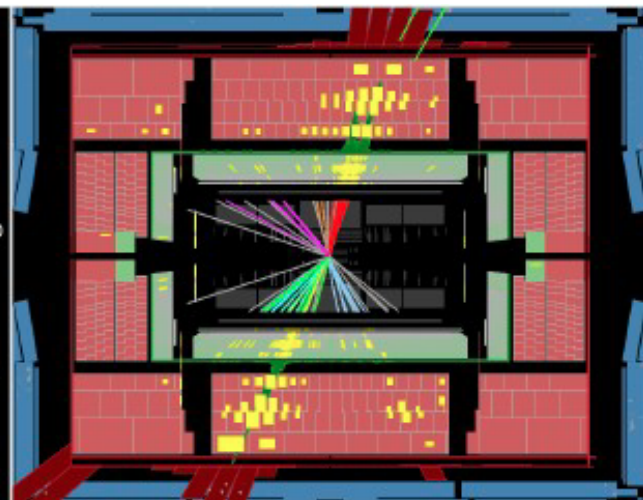
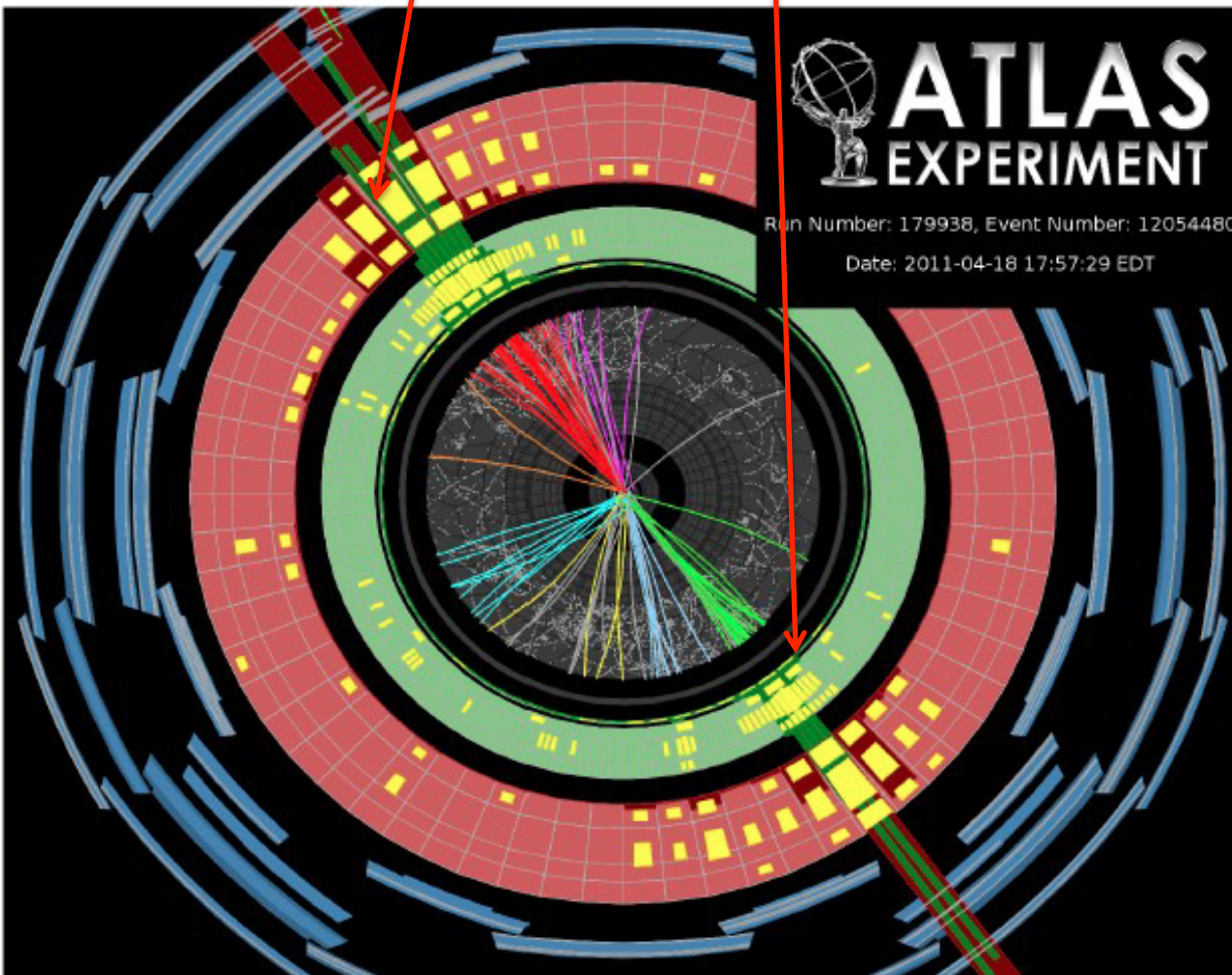
highest 2 jet mass

PT_1=1.8TeV

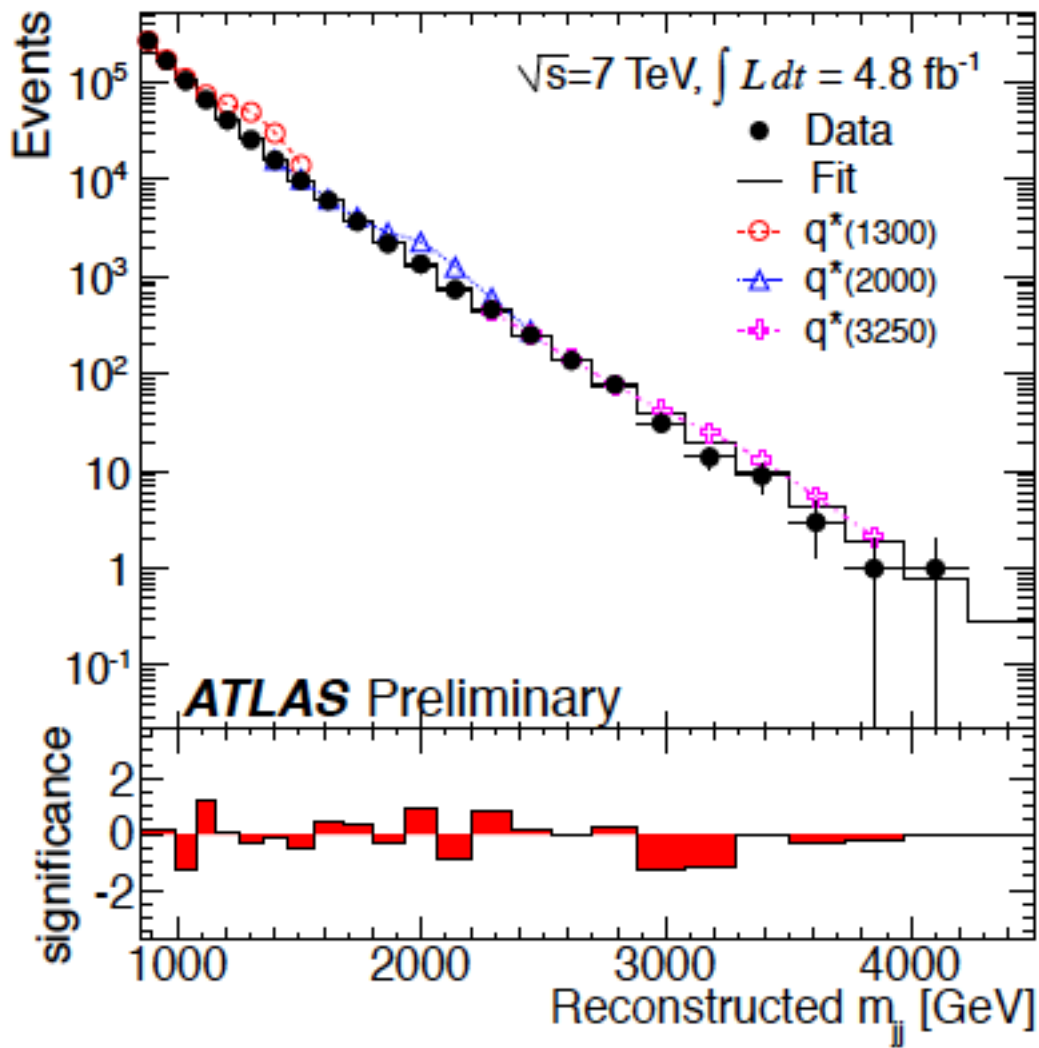
PT_2=1.8TeV

M_jj=4TeV

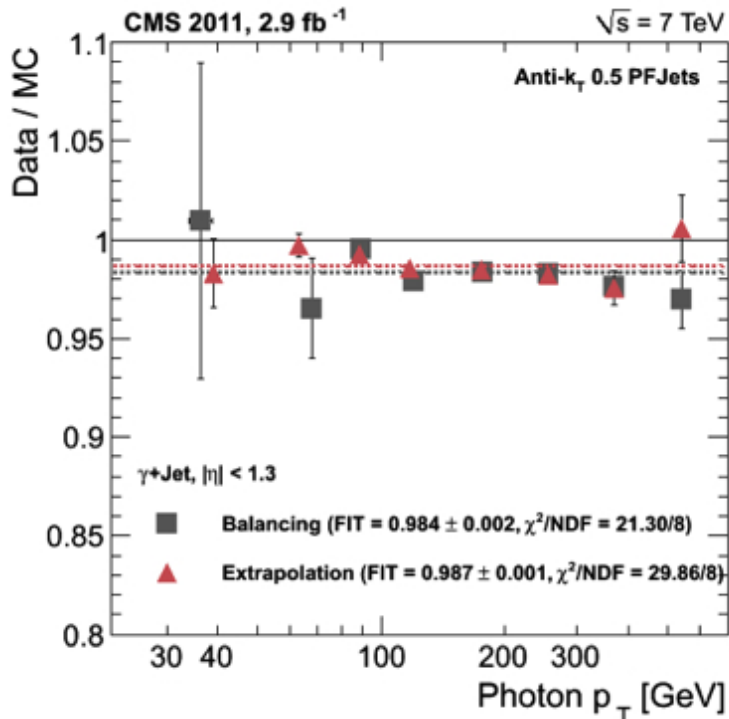
x~0.6



QCD Jet の断面積測定



Pt jet, M_{jj} , もQCD(NLO)と一致
このバンド(JESの不定性)



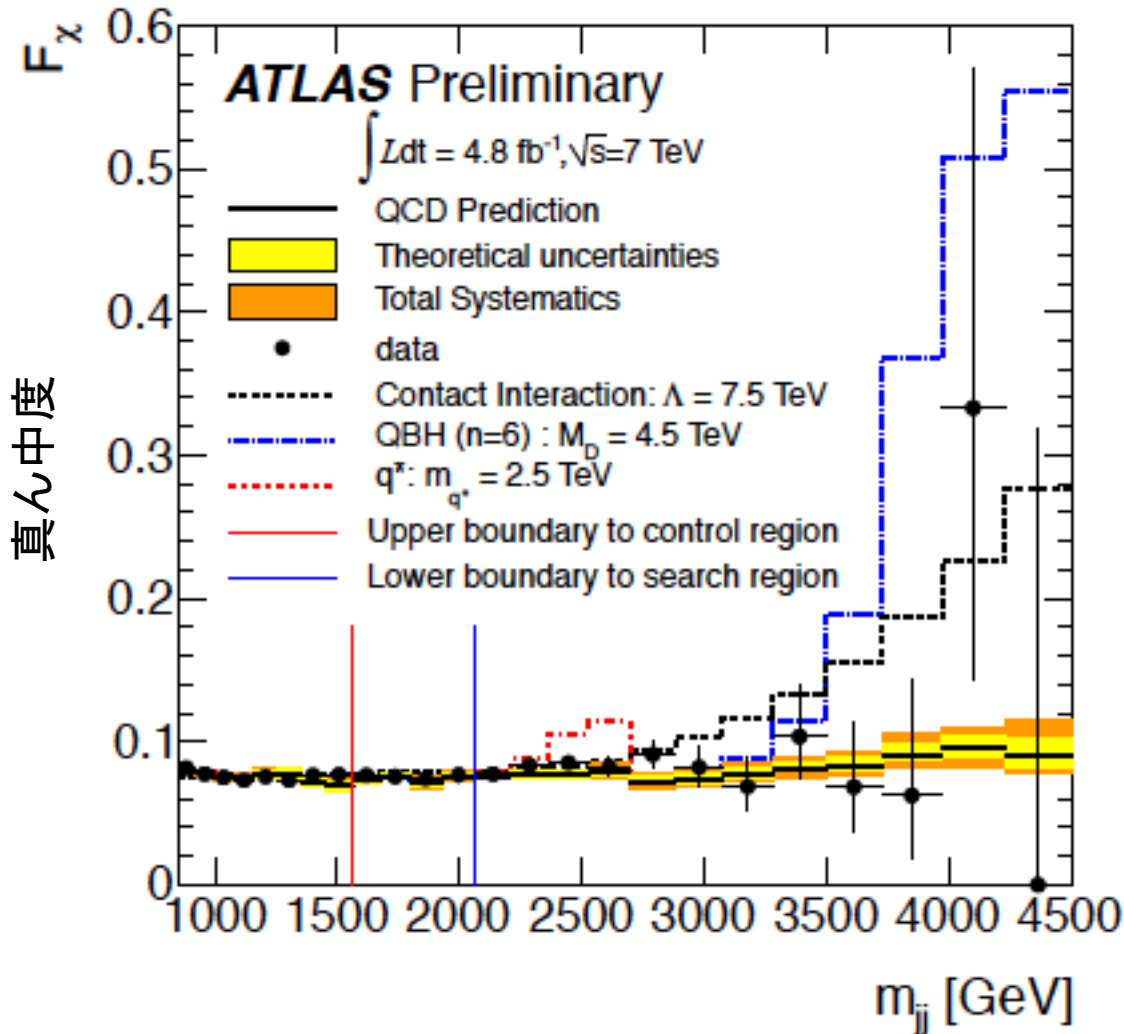
γ 、 $Z \rightarrow ee$

ジェット energy scale
2~4%

最終的に 1%

ジェット

Invariant mass/角度分布 of 2jet



Contact interaction
 $\Lambda > 7.6 \text{ TeV} 95\% \text{CL}$

$$\chi = \exp(|\eta_1 - \eta_2|)$$

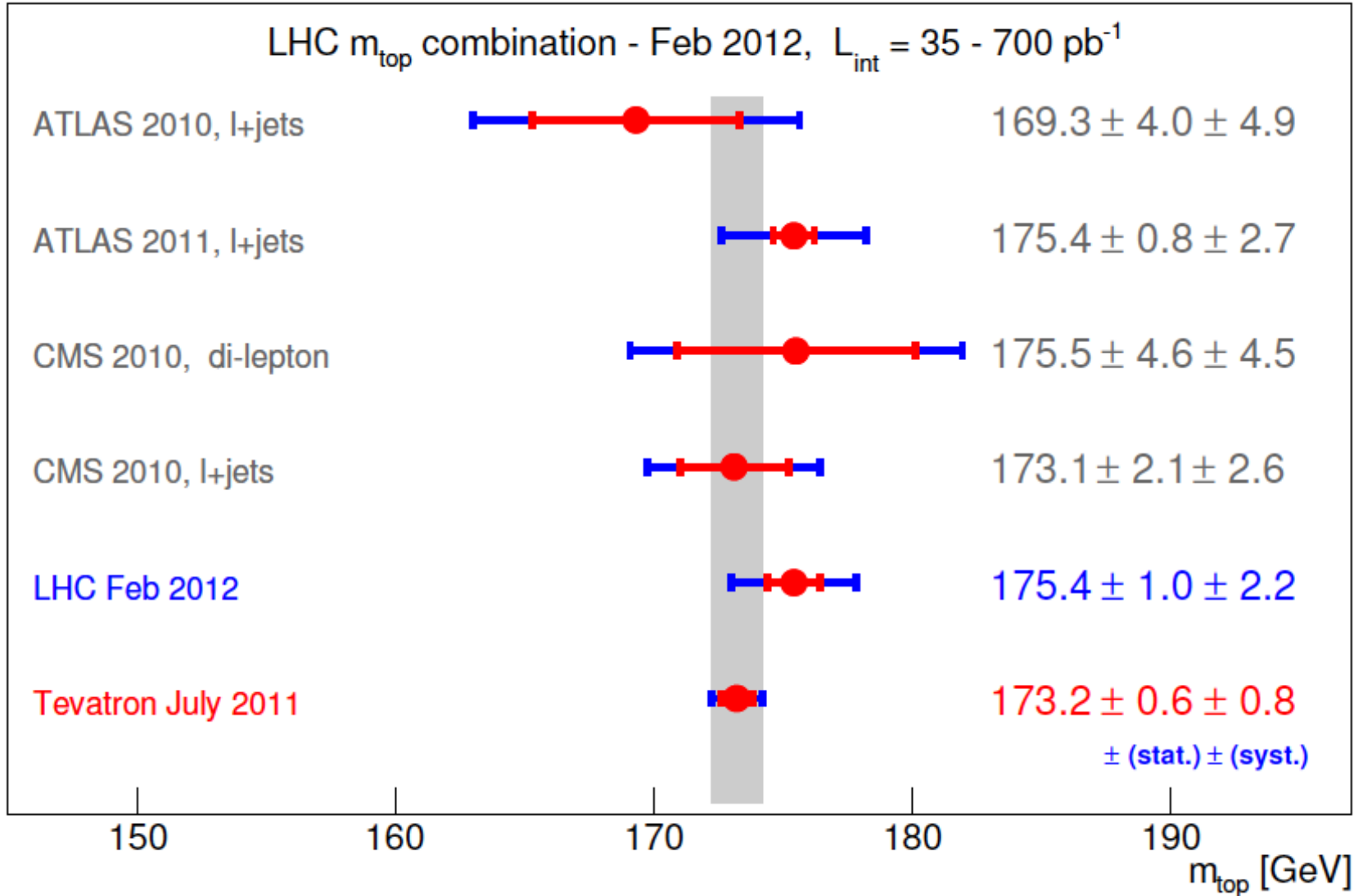
(p) Rapidity Gap small χ 真ん中 large χ 外側

large χ で normalization として new physics は small χ

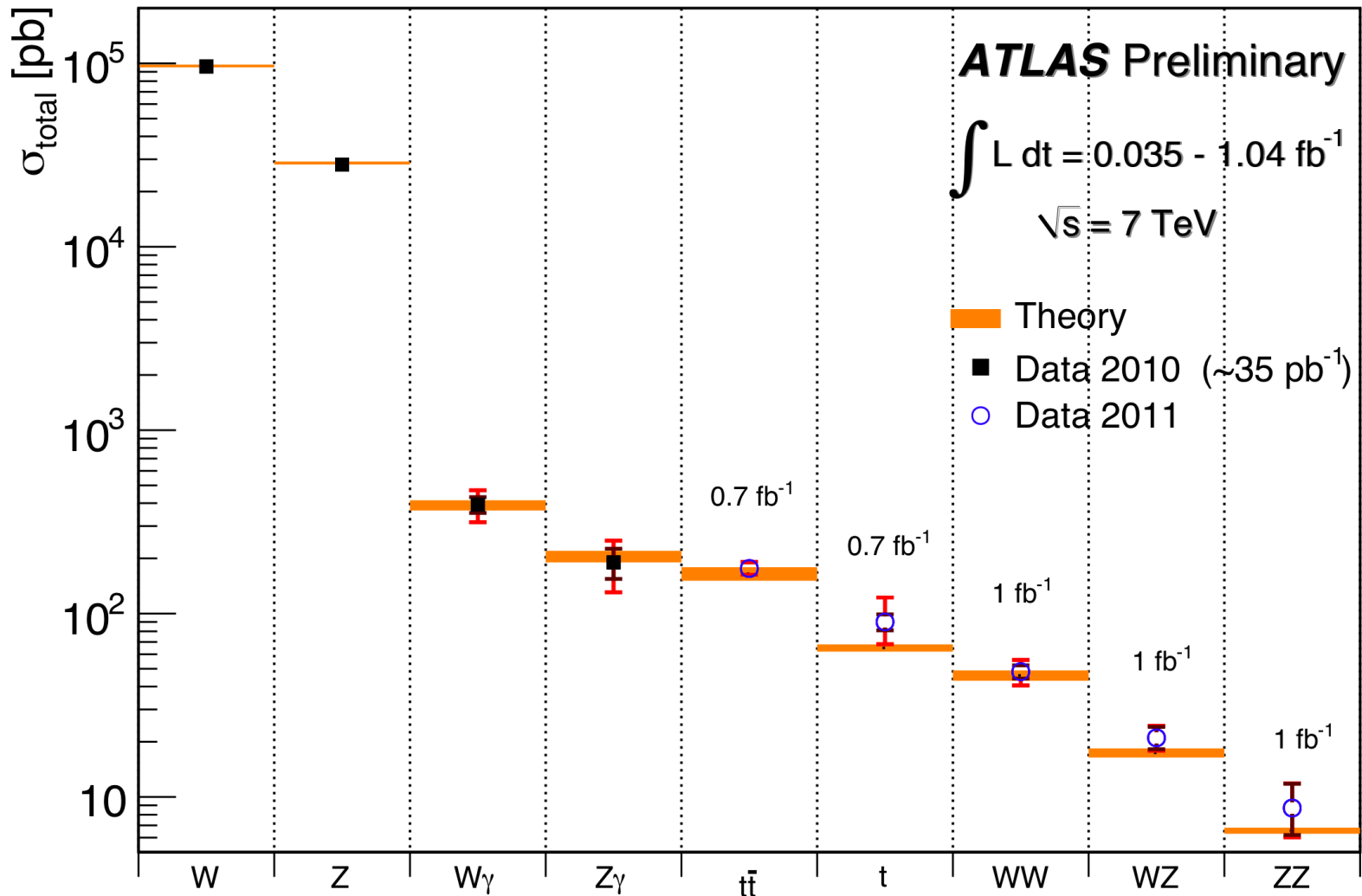
top mass

重い方が面白いですが、

b JES



Standard Model 過程 の測定断面積を予言比較

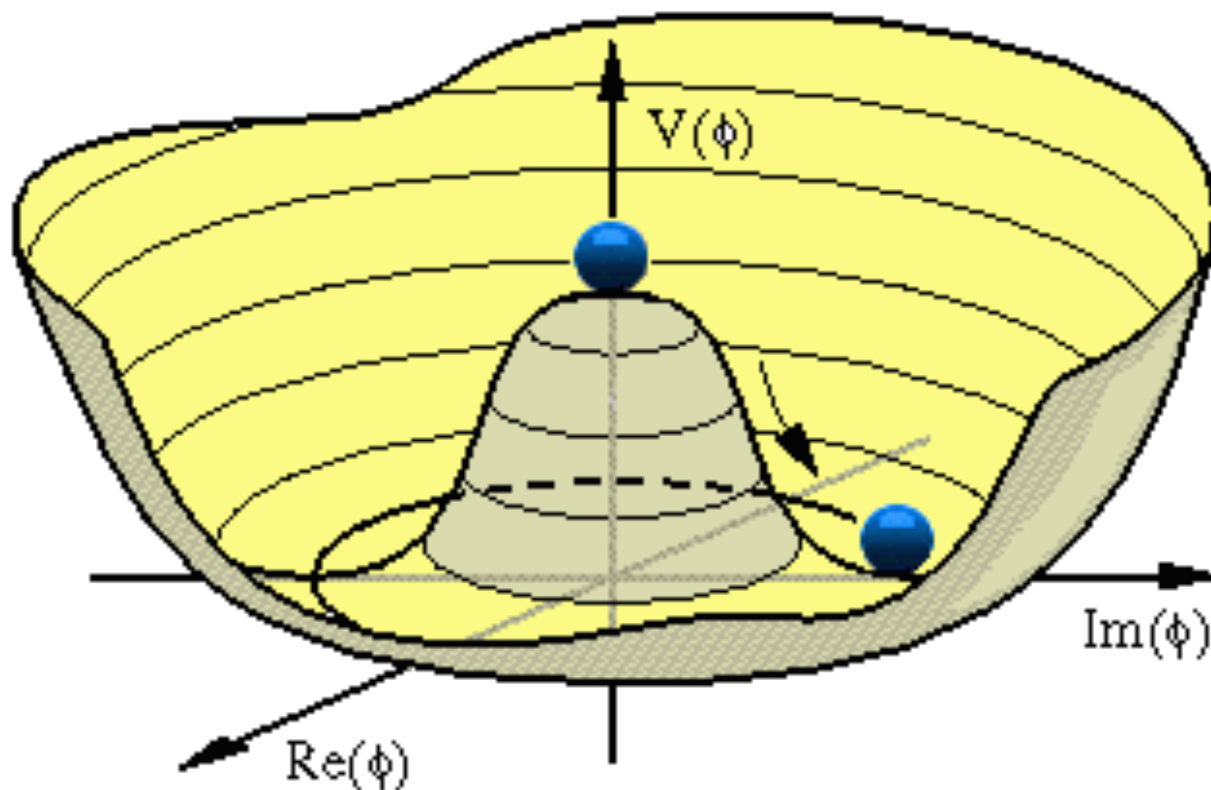


よくあっている。 検出器の理解もだいぶ進んできている。

3. ヒッグス探索の最新結果

ノーベル賞に向けての思想統制

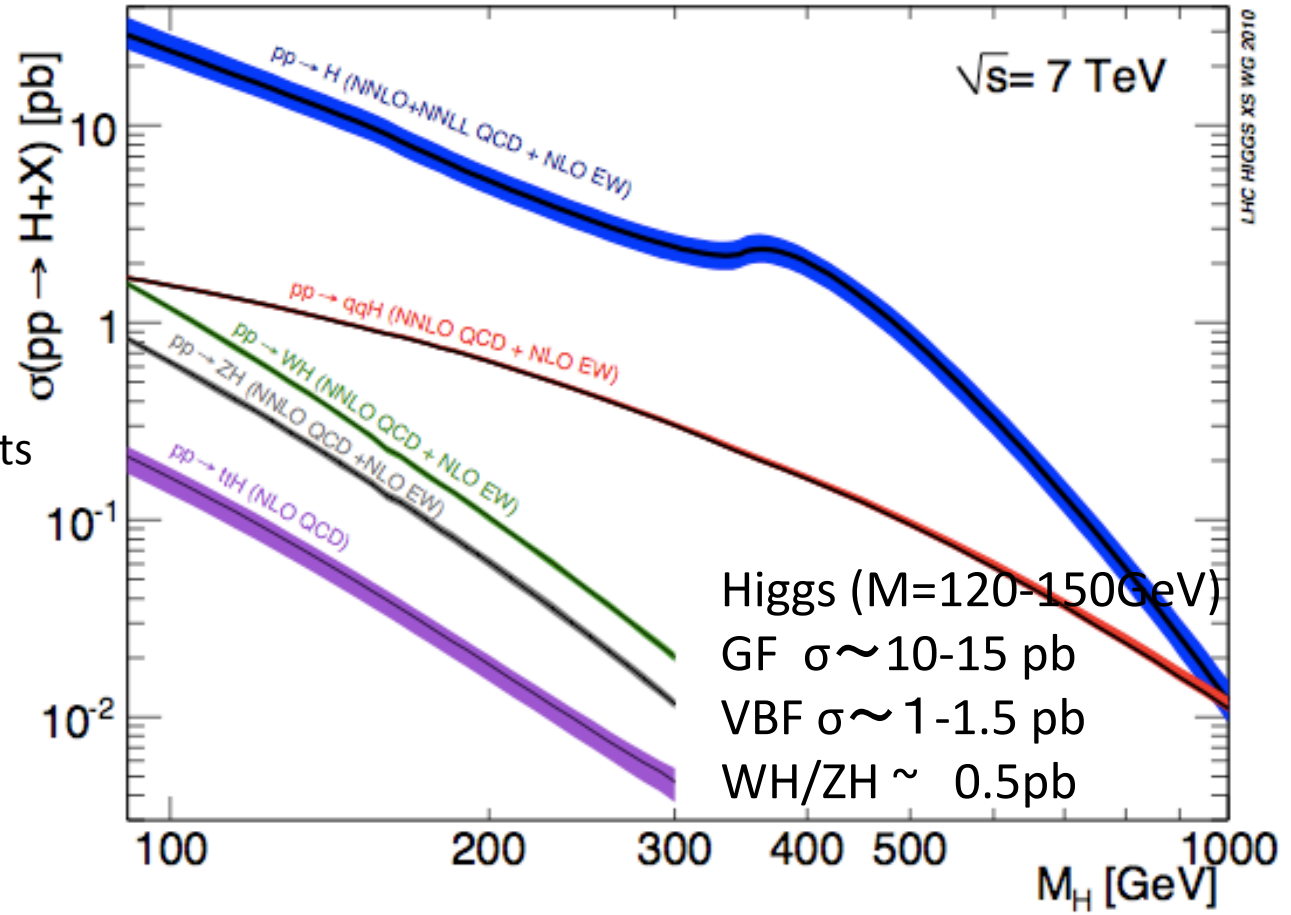
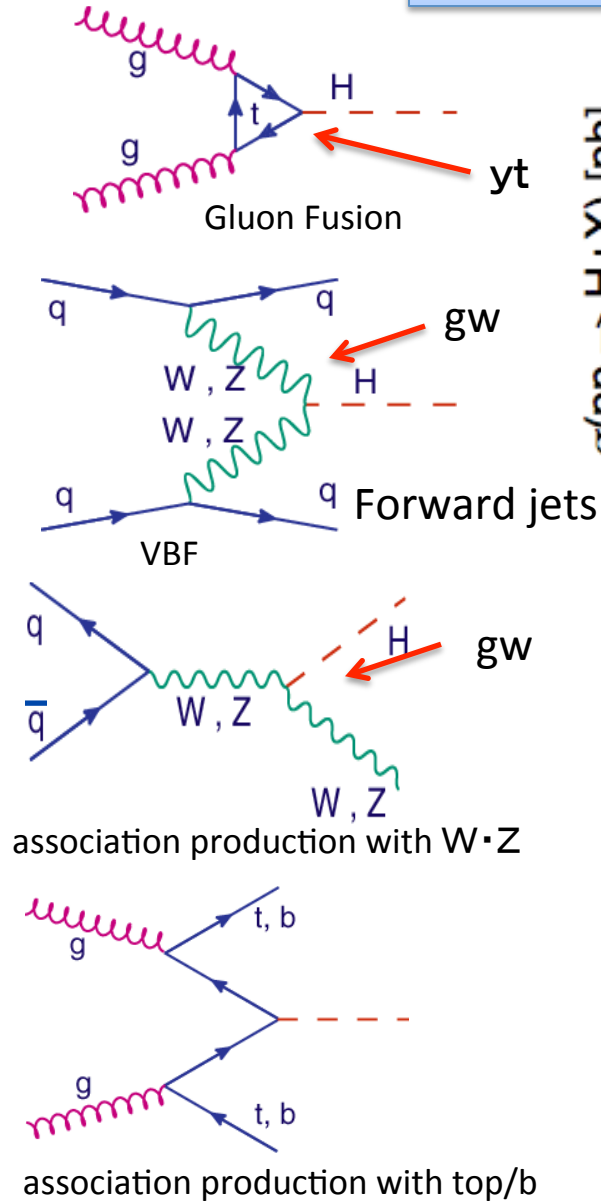
Brout-Englert-Higgs Boson
(ふりがな)
ブロウト、アングレール、ヒッグス



死人を一人
いれてるあたり
CERNがもらう
つもり？

Leading

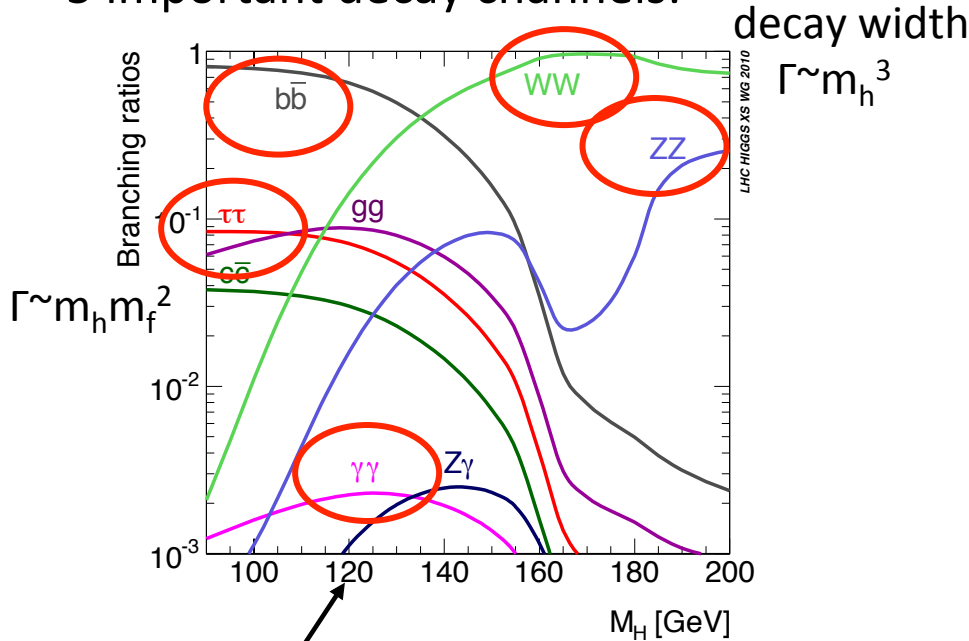
ヒッグス生成過程@ LHC



湯川結合とGauge 粒子との結合と別々に見ることが可能:

崩壊分岐比

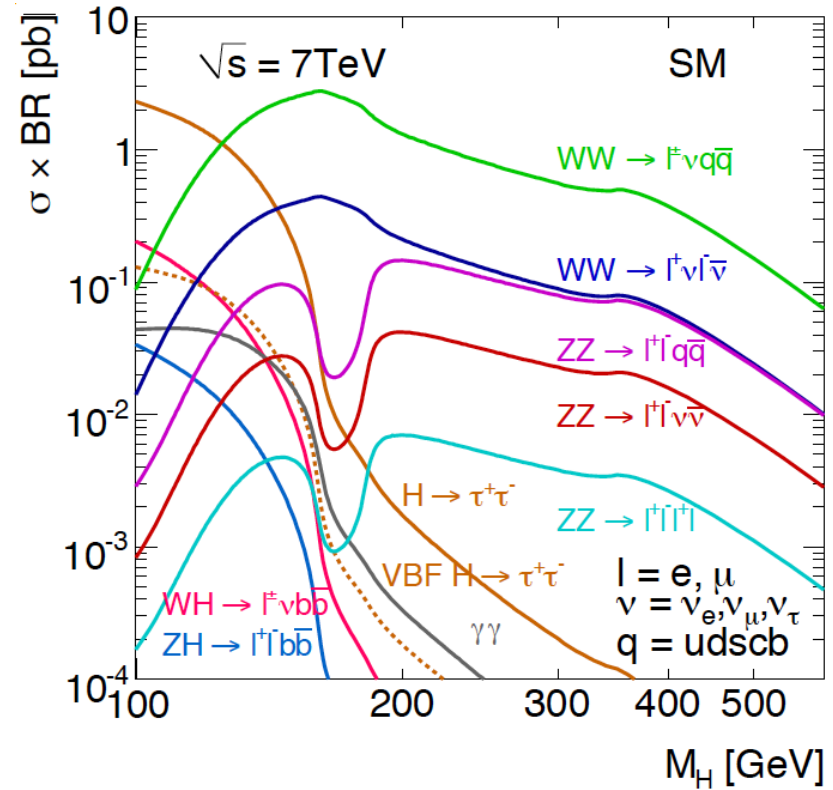
Higgs decays into heavy particles:
5 important decay channels:



Br = $2 \cdot 10^{-3}$ small but clean

bb, $\tau\tau$, $\gamma\gamma$ $m_h < 135$ GeV
 WW, ZZ $m_h > 125$ GeV

$\sigma * Br$

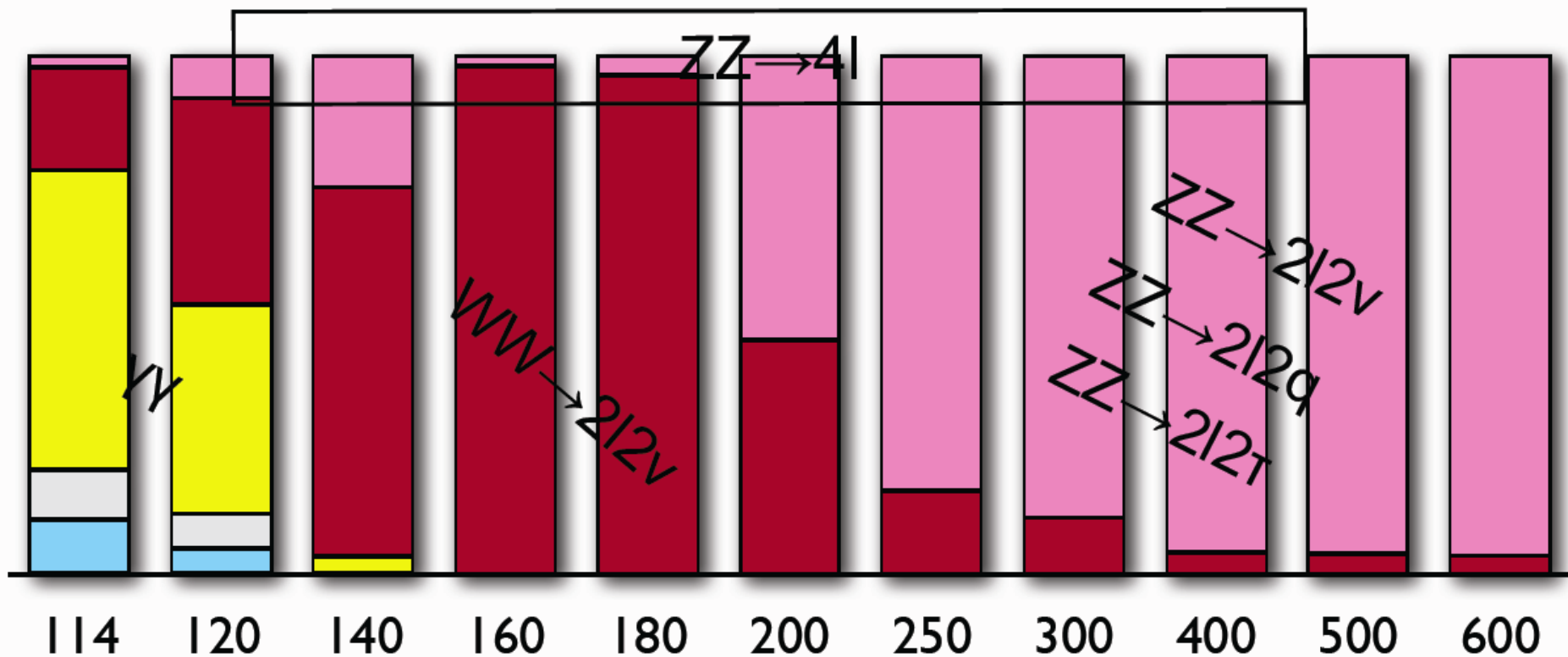


鍵となるチャンネル

GF(H \rightarrow $\gamma\gamma$, WW(lvlv), VBF(tautau), WH(bb))
 ($M(H) \sim 120$ GeV)
 GF (H \rightarrow WW(lvlv), WW(lvqq), ZZ(4l), ZZ(llqq))
 ($M(H) > 130$ GeV)

$\sigma * Br \sim 0.01-1$ pb

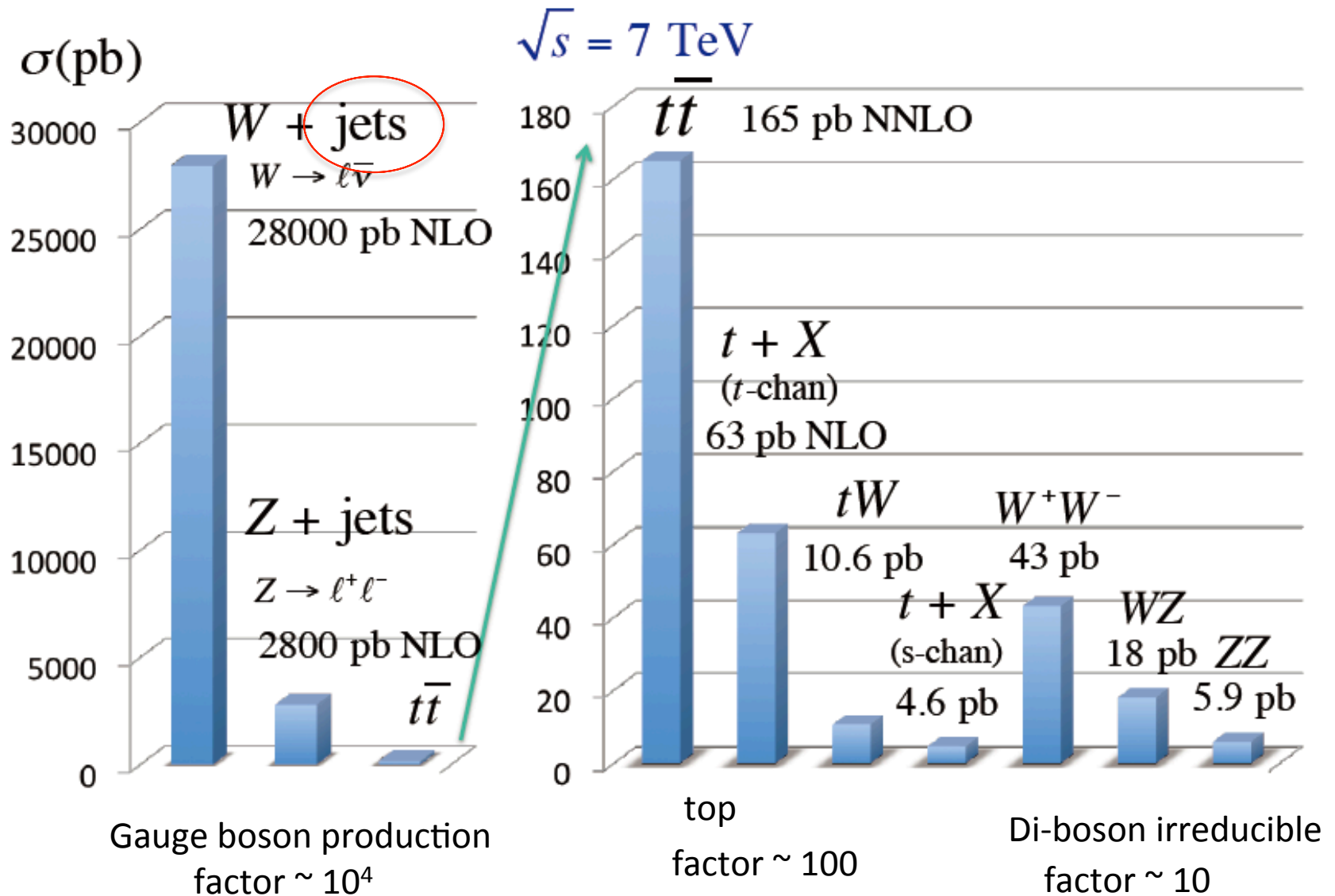
バックグラウンドまで考慮して、感度のあるチャンネルの貢献度を
質量ごとのあわらすと



$M_H < 120 \text{ GeV}$ $H \rightarrow \gamma\gamma$ is sensitive
 $M_H = 120 - 125 \text{ GeV}$ $H \rightarrow WW, \gamma\gamma, ZZ \rightarrow 4\text{lepton}$
 $M_H = 125 - 130 \text{ GeV}$ $H \rightarrow WW, ZZ \rightarrow 4l, \gamma\gamma$
 $M_H > 135 \text{ GeV}$ $H \rightarrow WW, ZZ$

$M_H (\text{GeV}/c^2)$

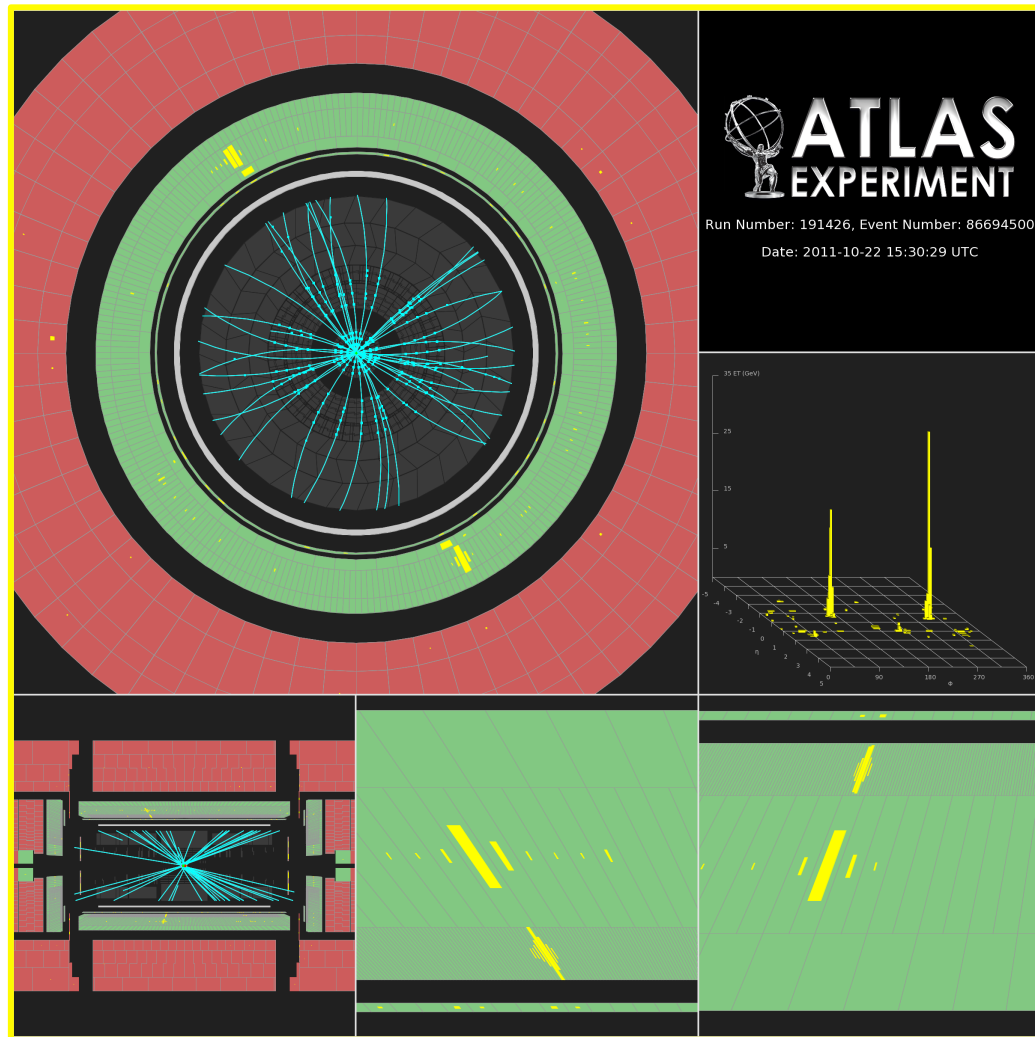
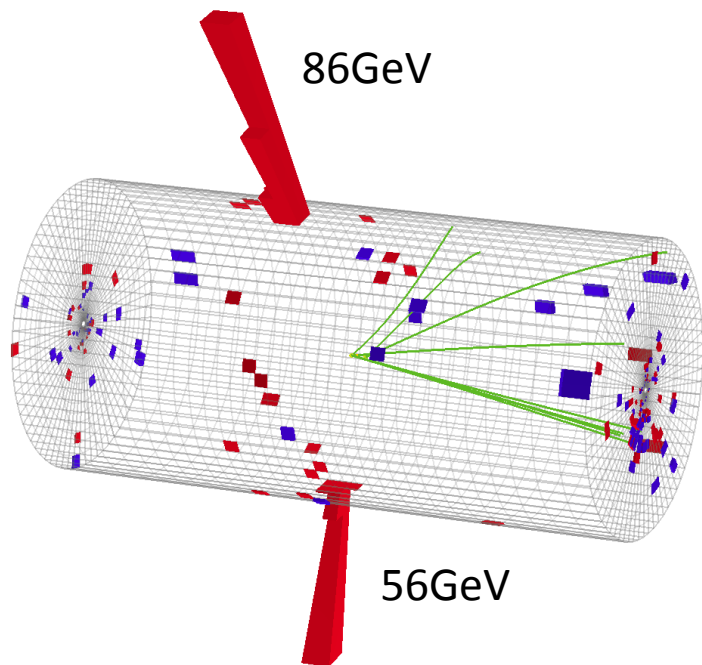
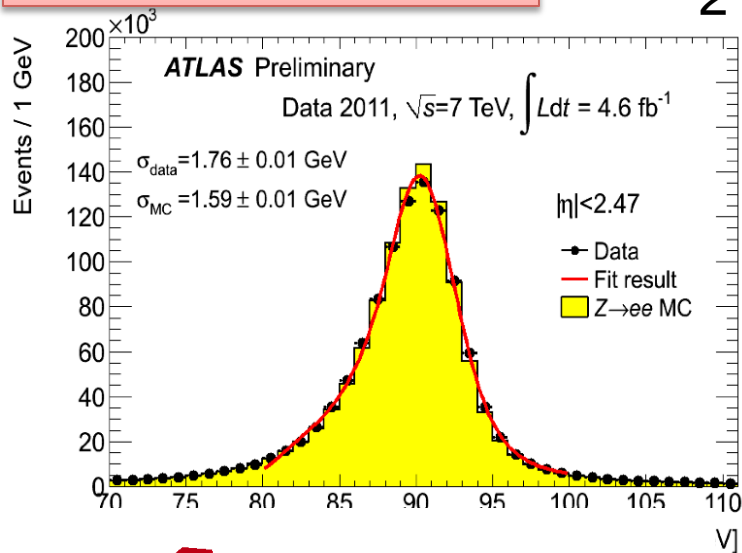
Production σ of the SM background processes



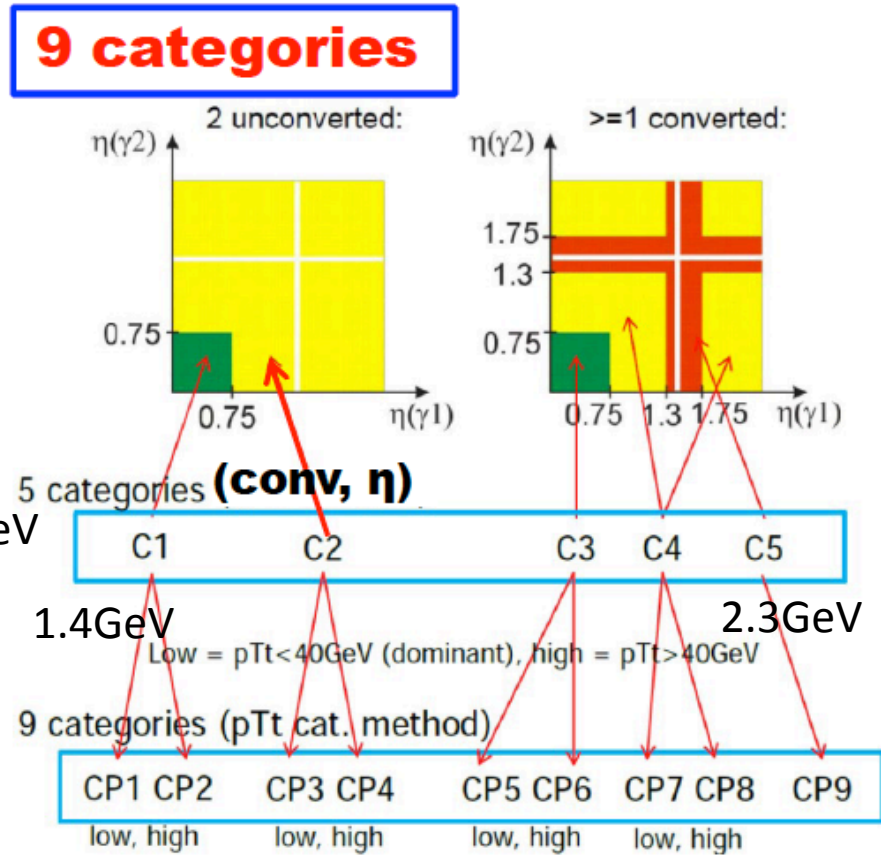
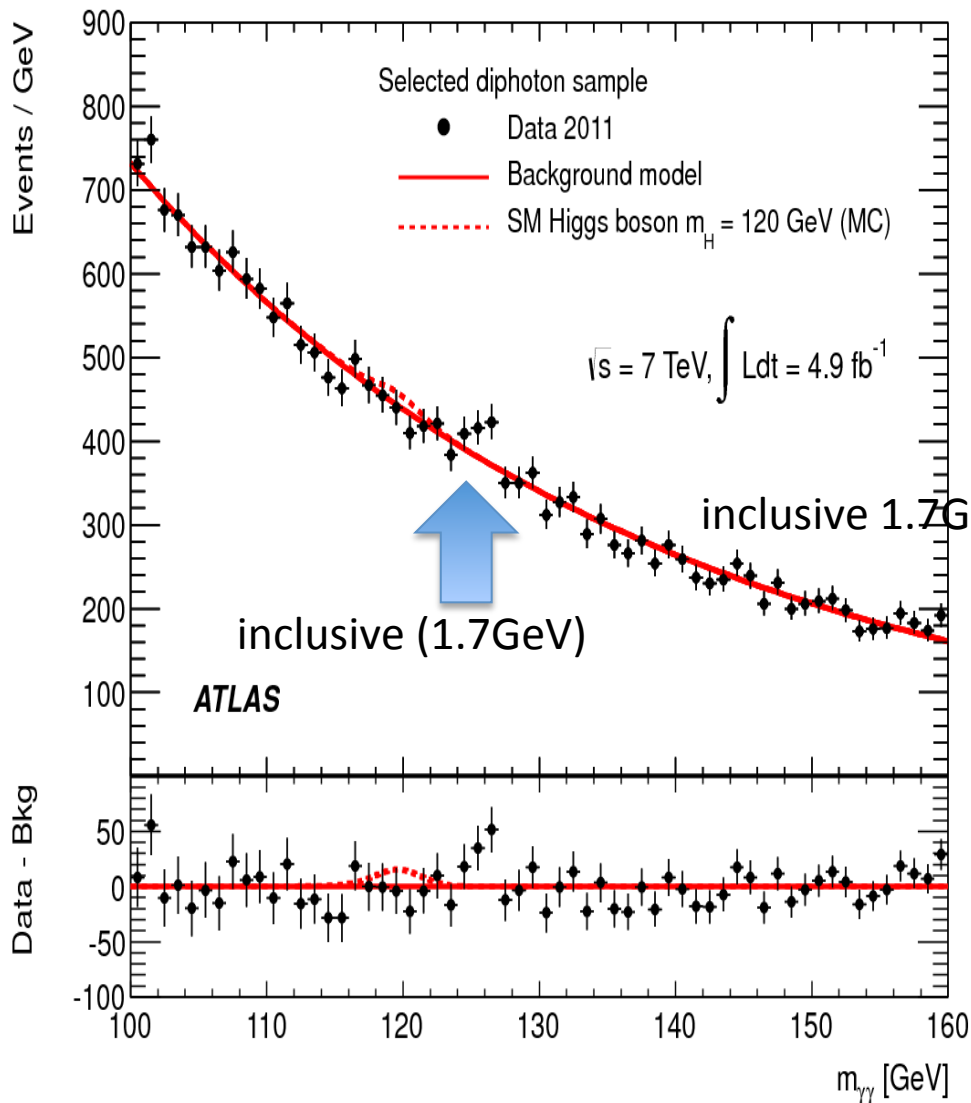
Fake lepton: Jet is misidentified as lepton (Prob. 10^{-4})

[A] $H \rightarrow \gamma\gamma$

分岐比は、0.2%と小さいが
分解能がいい($\sigma = 1.7\text{GeV}$) ので綺麗なpeak
2つの γ ($PT > 40, 25\text{GeV}$)を要求



ATLASはCut-baseで解析



バックグラウンドは、実験データ
サイドバンドで評価

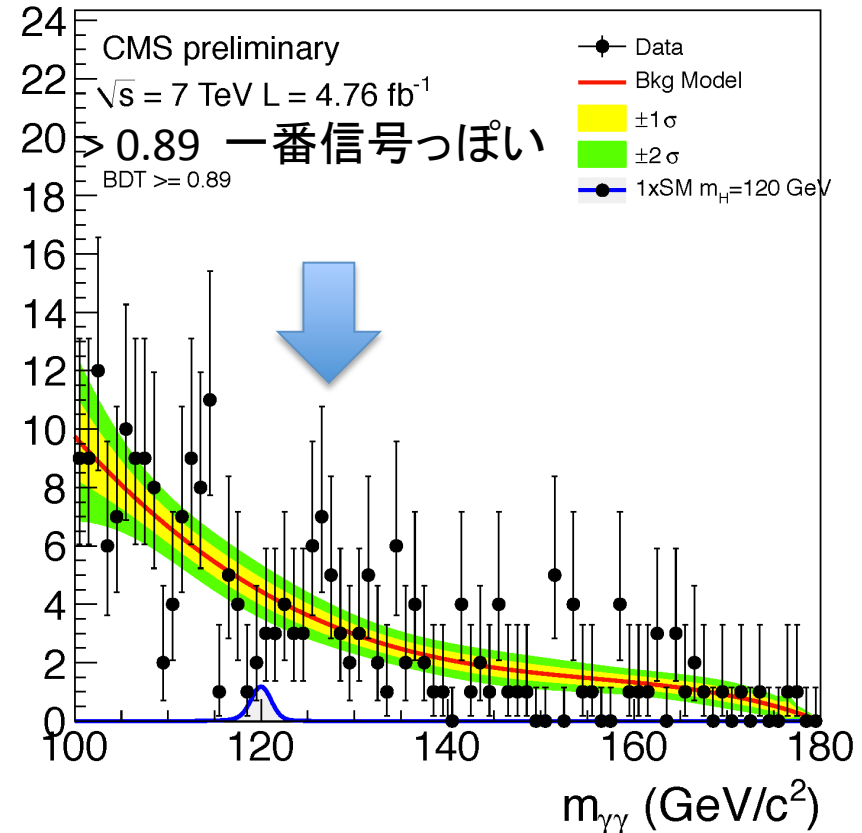
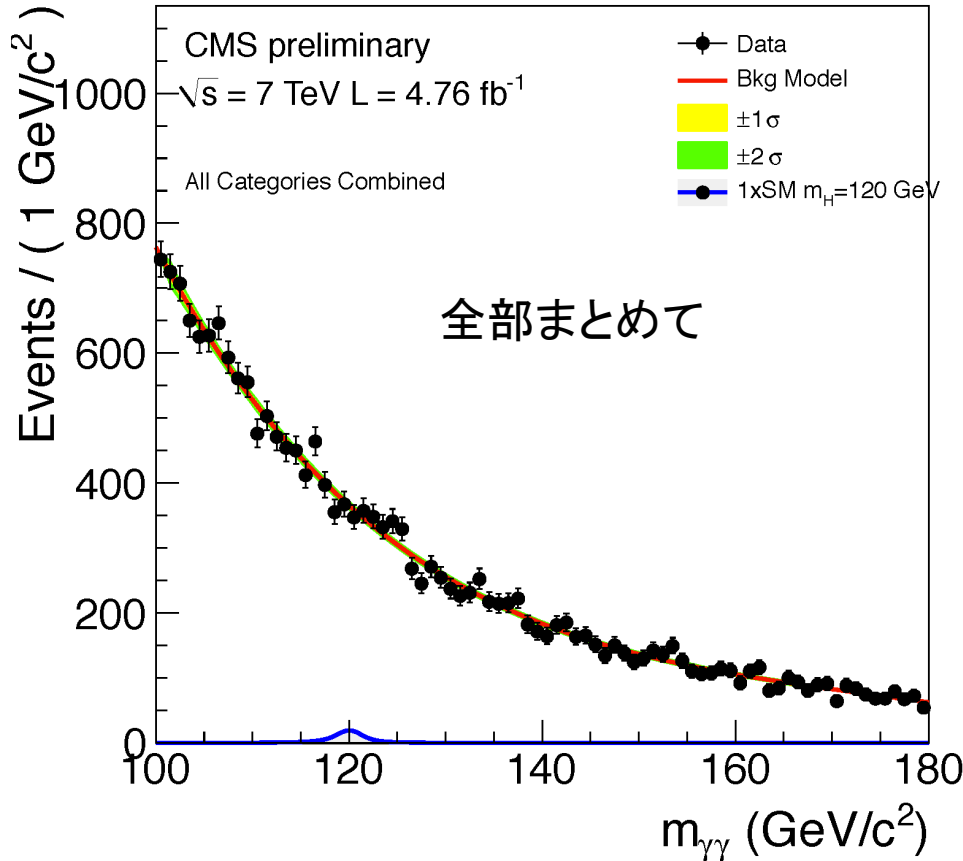
信号の見え方のちがい

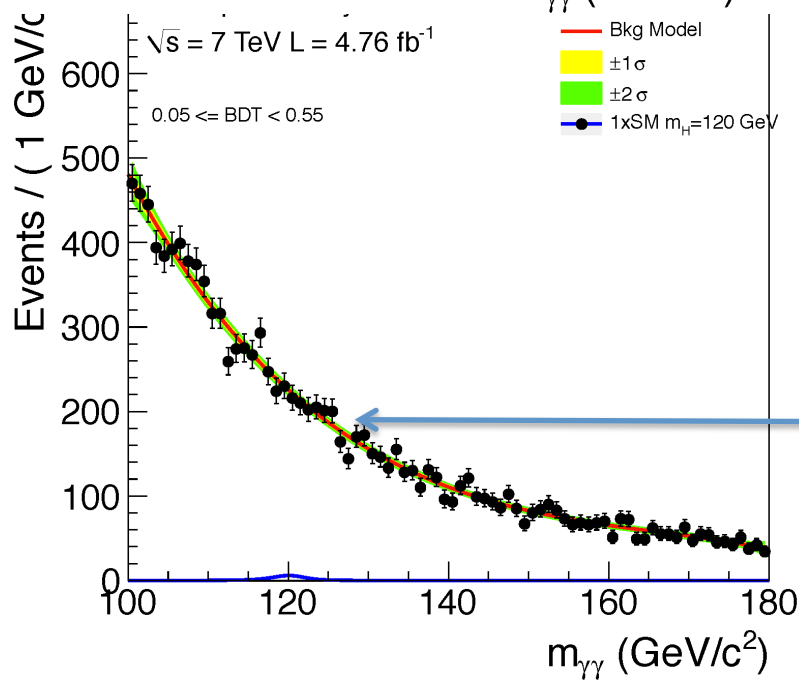
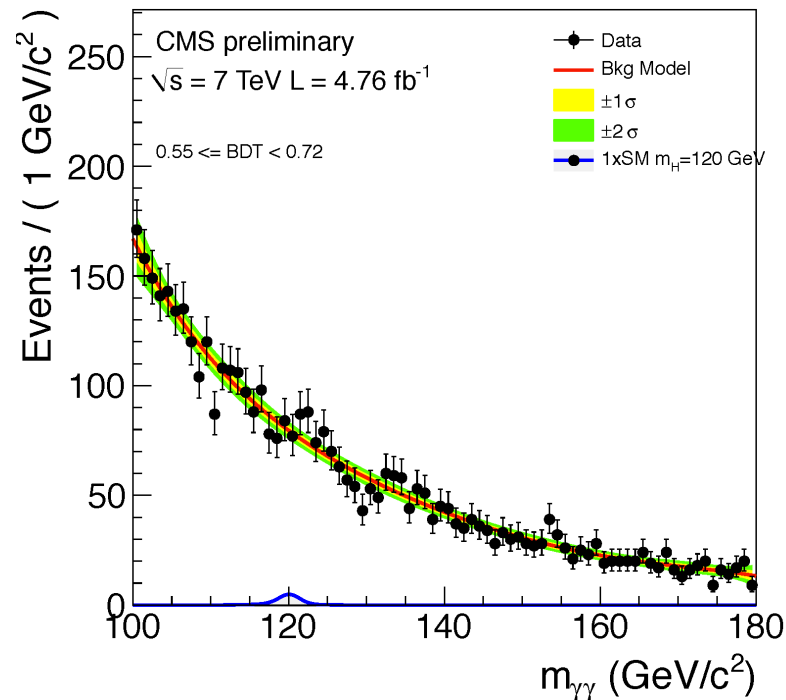
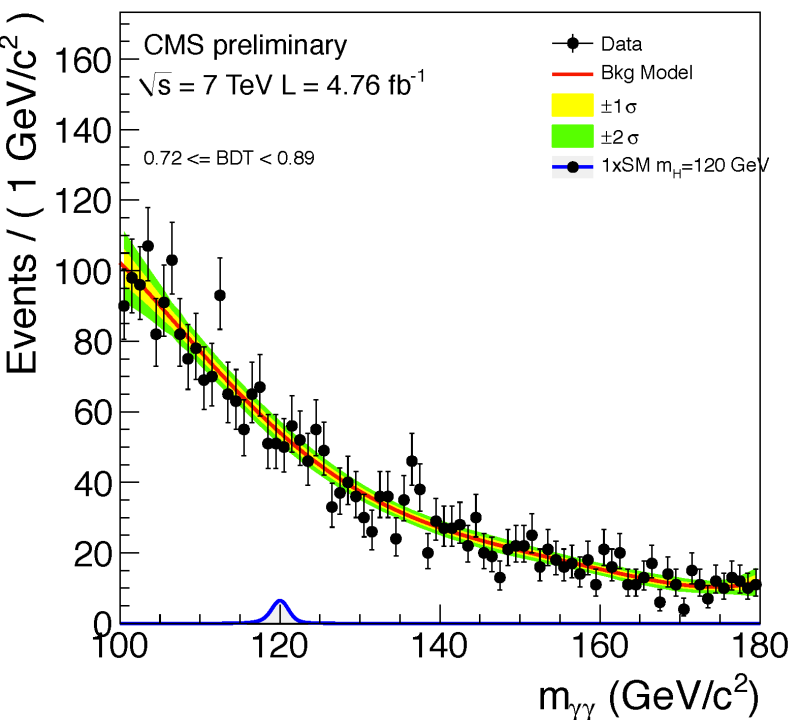
CMSはMVA

- 場所, PT, Vertex ID → mass resolution
- Photon isolation quality
- Kinematics

$0 < \text{BDT} < 1$ signal like

124 → 125 GeV: 統計?

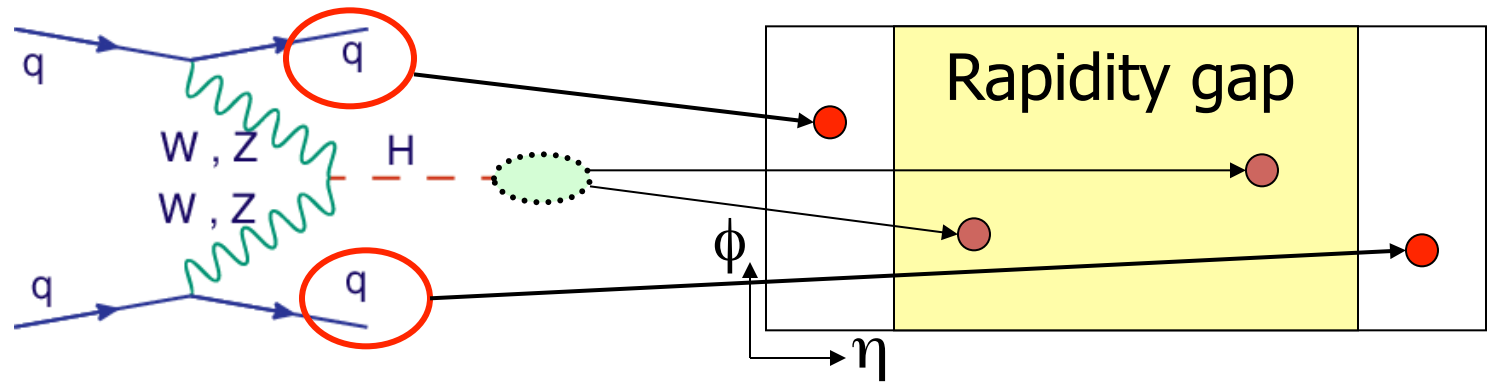




初めの124は、
 あんまりらしくない奴が
 おおかった？

Vector Boson Fusion: Rapidity Gap

VBFの特徴 QCD起源のBG

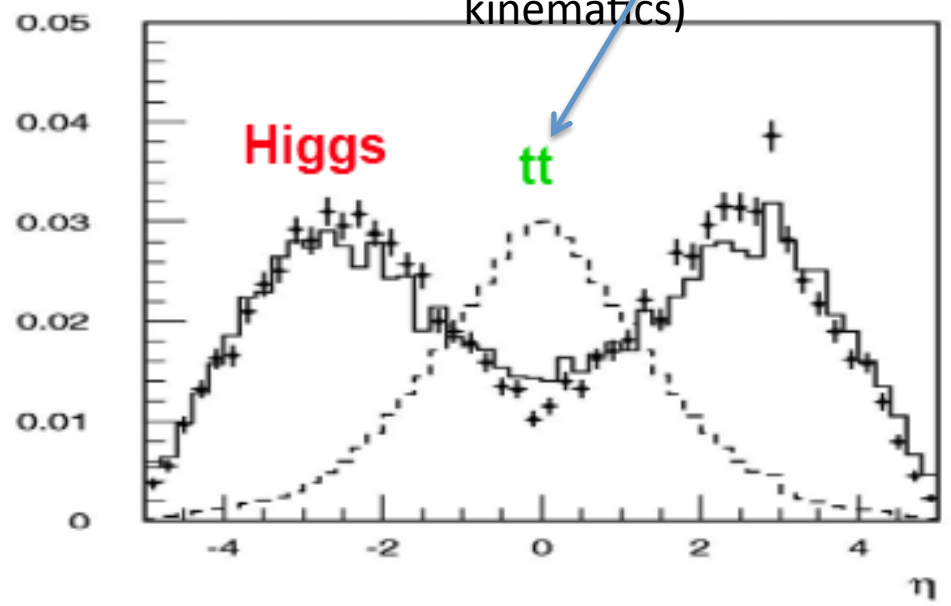


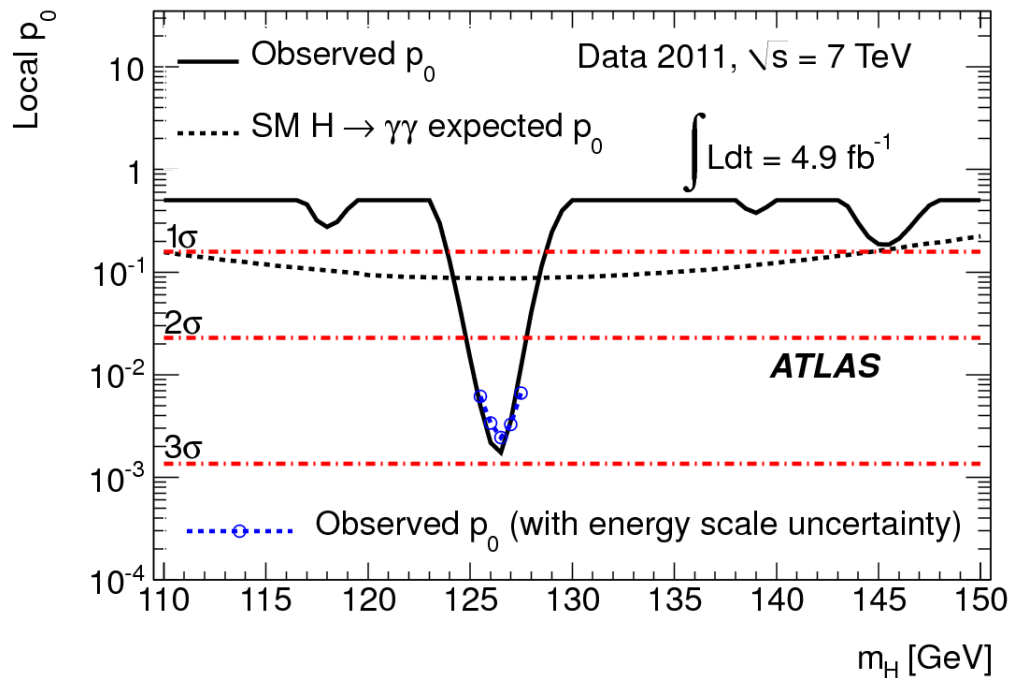
カラーの交換がない。Rapidity Gapが観測され、その間にHiggsからのプロダクトが見える

一方、重いものを作る
->真ん中にくる(ただのkinematics)

Jet Pt :Mw程度まで
t-channel
 $1/(t-Mw^2)$

Pt>20-30 GeVを要求

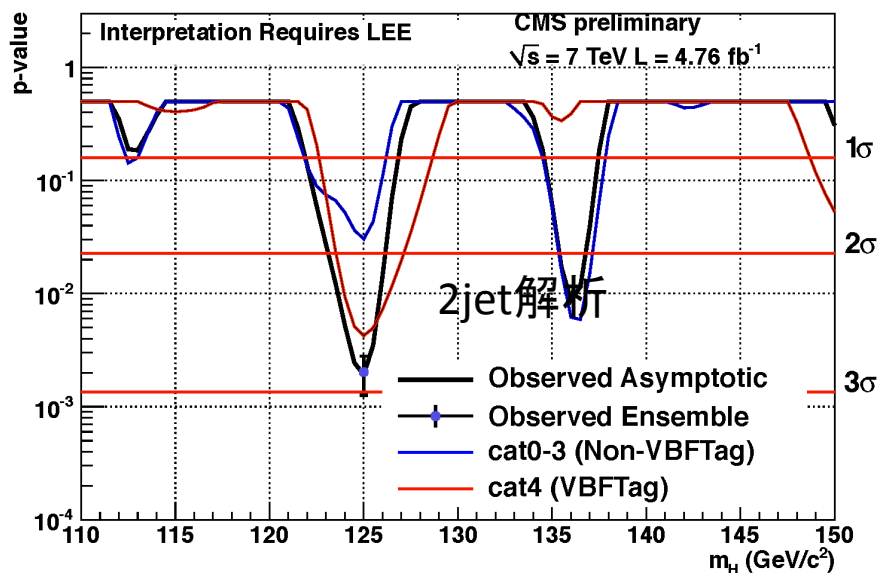




2jet解析ははいってない
 観測されたデータをバックグラウンド
 だけのふらつきで説明しようとする場合
 の確率 (local p value)

ATLAS	126 GeV	2.9 σ	(0.2%)
CMS	125 GeV	2.9 σ	(0.2%)

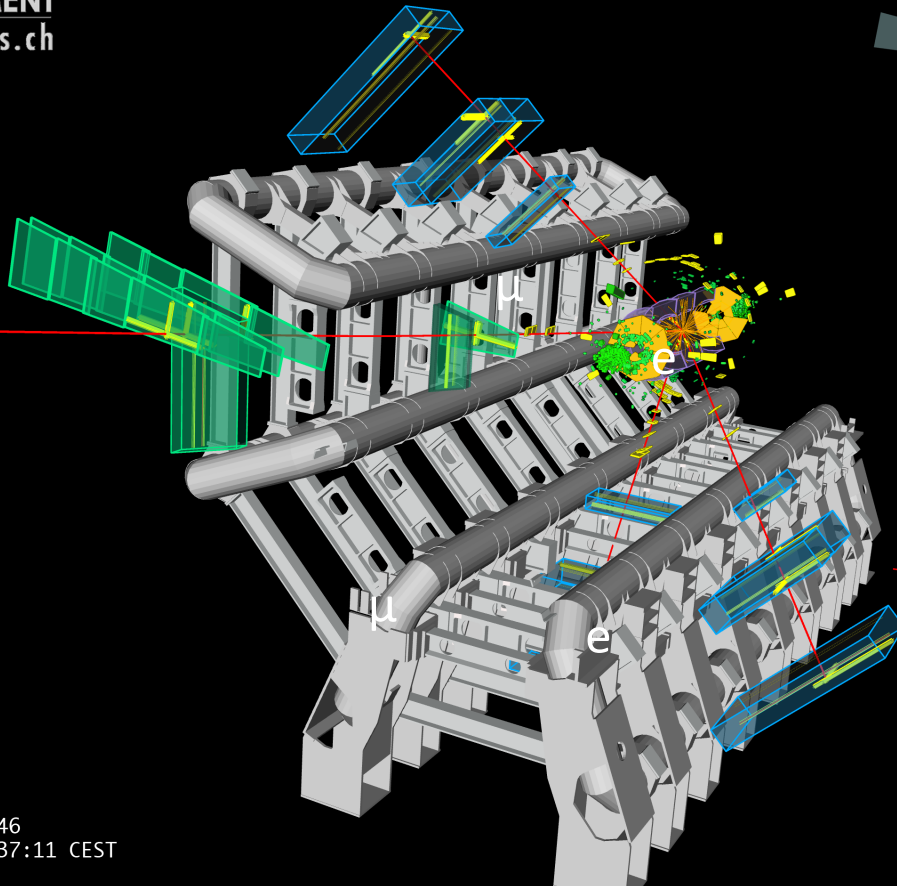
LEE(110-150GeV) 入れると
 A 1.5 σ C 1.6 σ



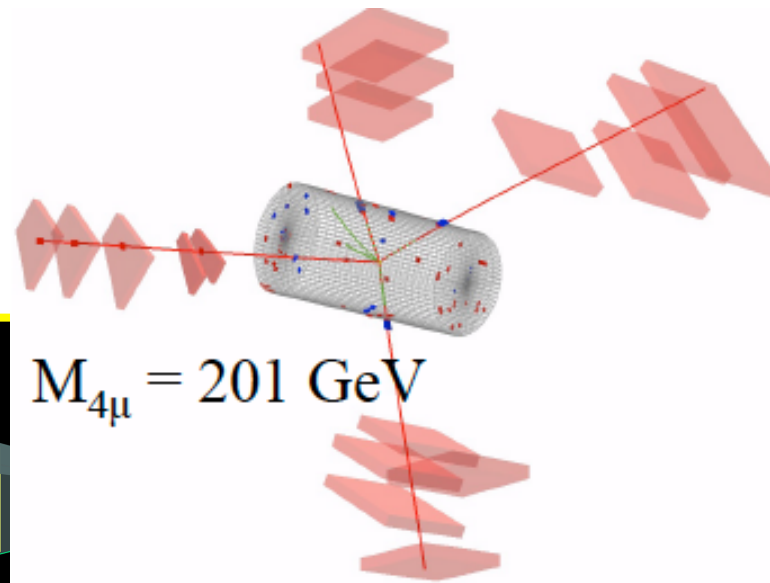
[B] $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4\text{lepton}$

Good resolution of Lepton(e.mu) ($\Delta M_{4l} \sim 3\text{GeV}$)
Small BG (Almost BG free $M_h < 180\text{GeV}$) -> **Gold-plated**
But Statistic is limited, since $\text{Br}(Z \rightarrow ee, \mu\mu)$ is small

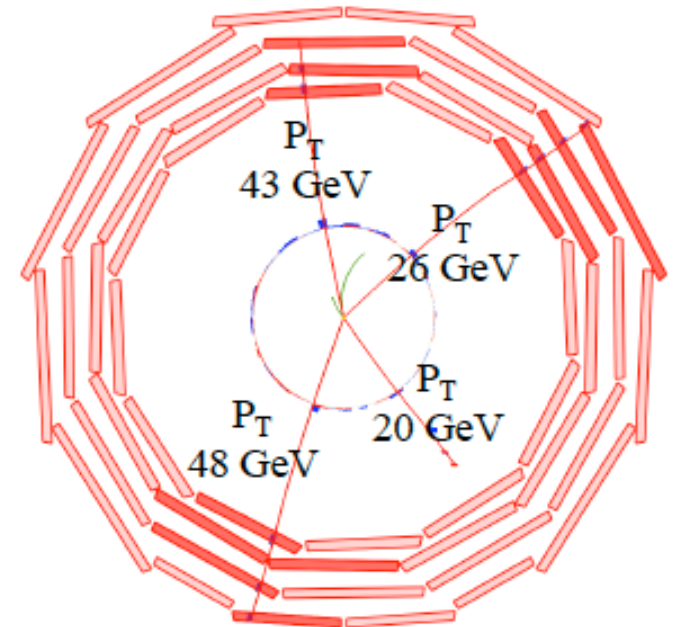
ATLAS
EXPERIMENT
<http://atlas.ch>



Run: 189280
Event: 143576946
2011-09-14 12:37:11 CEST



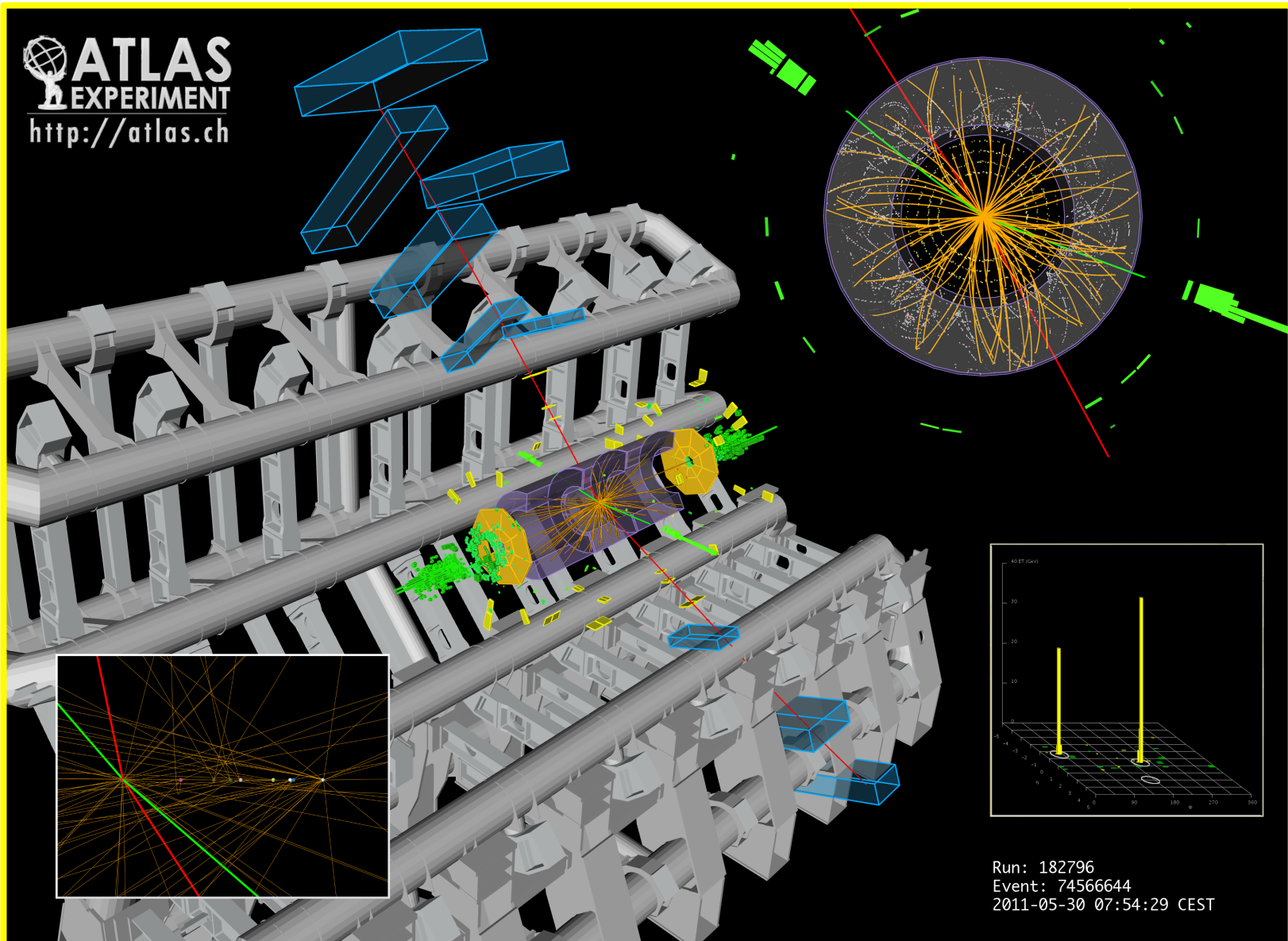
$$M_{4\mu} = 201 \text{ GeV}$$



$ZZ^* \rightarrow \mu\mu$ ee の候補

一方 Z は on-shell
もう一方が off-shell

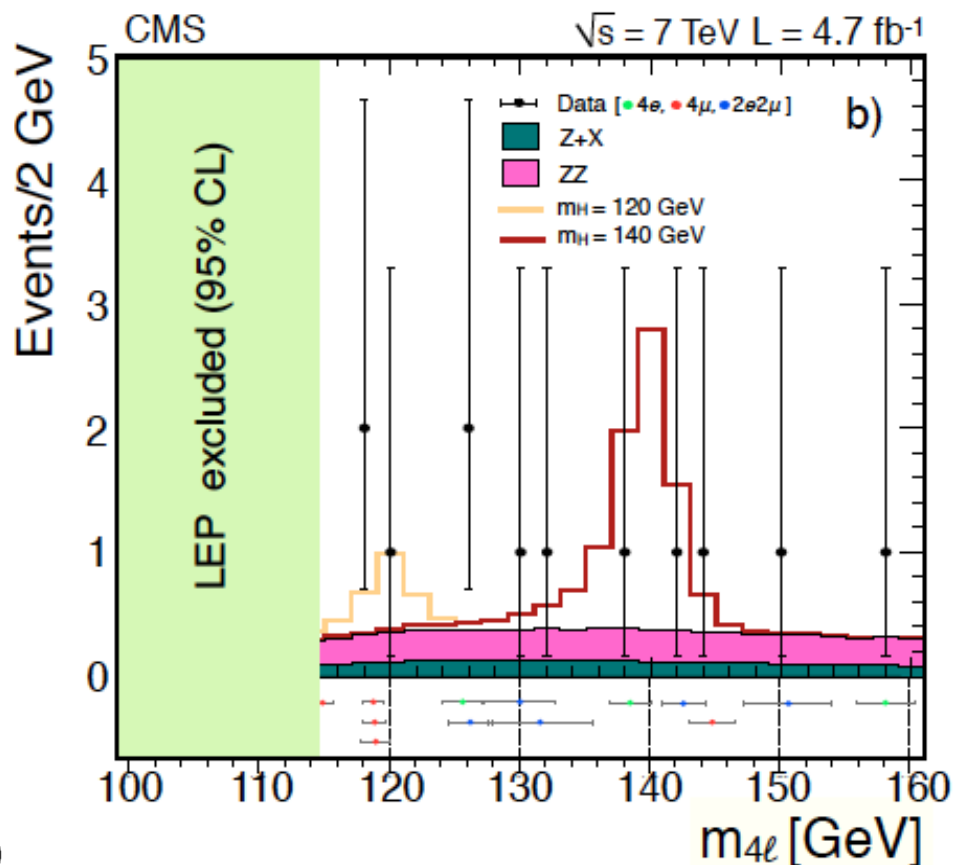
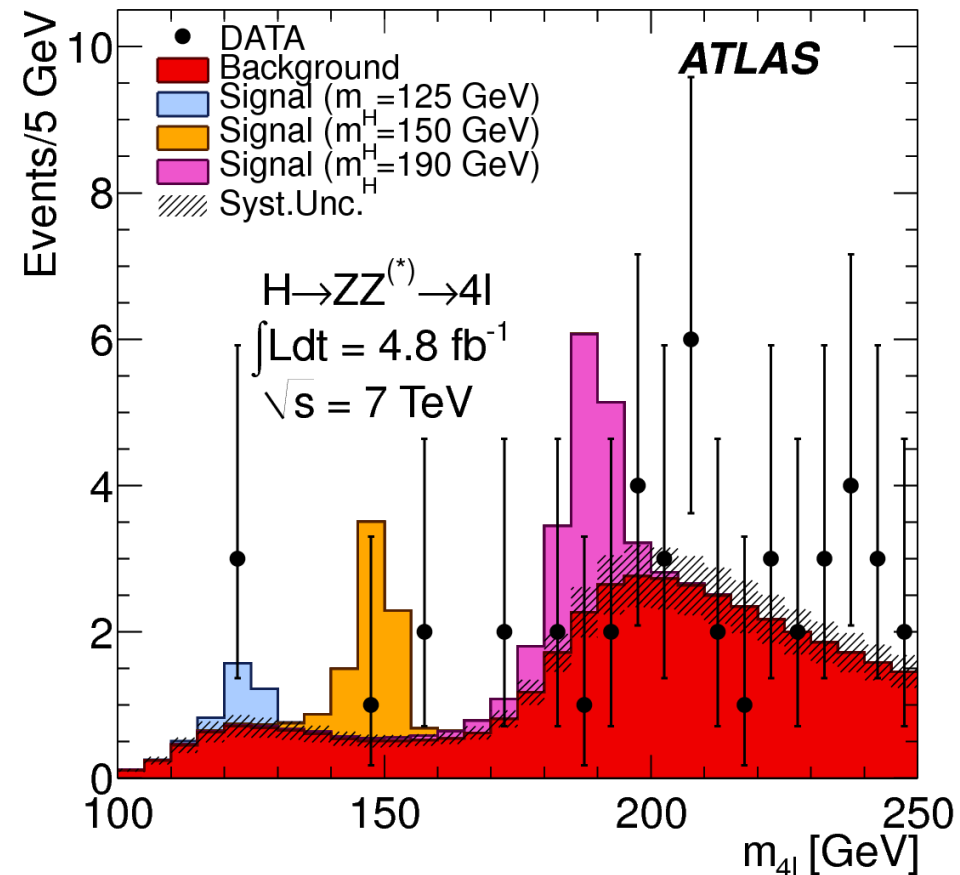
$|M_{II}-M_Z| < 15 \text{ GeV}$
 $M_{II} > 15 \text{ GeV}$



M_{4l} distributions

13 observed (9.5± 1.3 expect)

6 observed



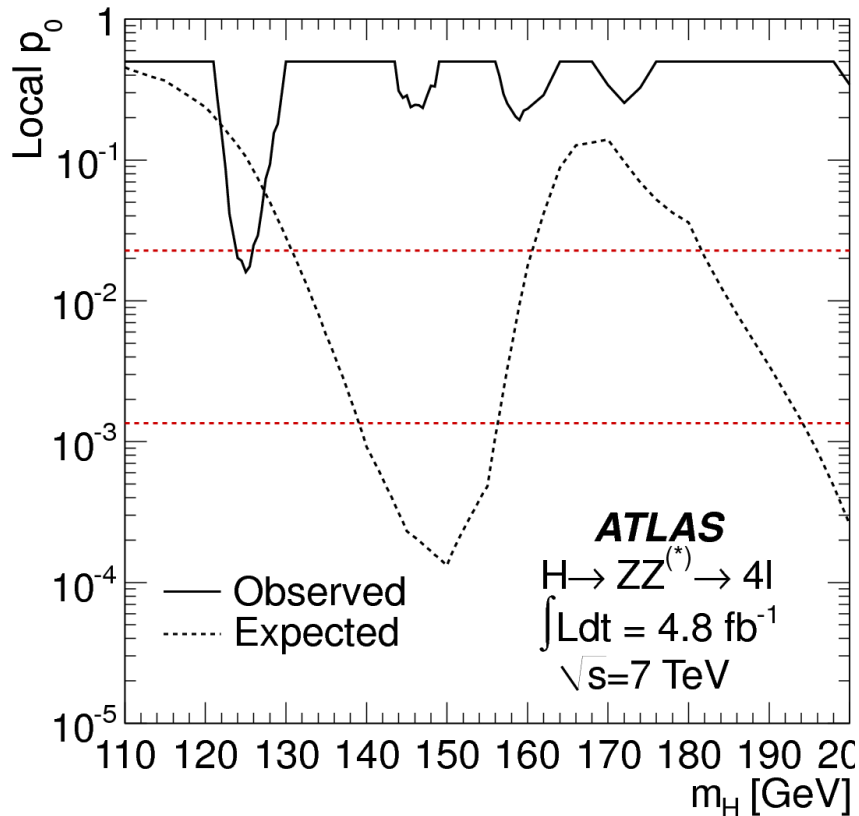
qq_bar->ZZ production が dominant BG, 閾値 190GeV (それ以下BG少ない)

125GeV 付近 ATLAS 3 (4mu 2e2mu 2e2mu) CMS 2 (4e 2e2mu)

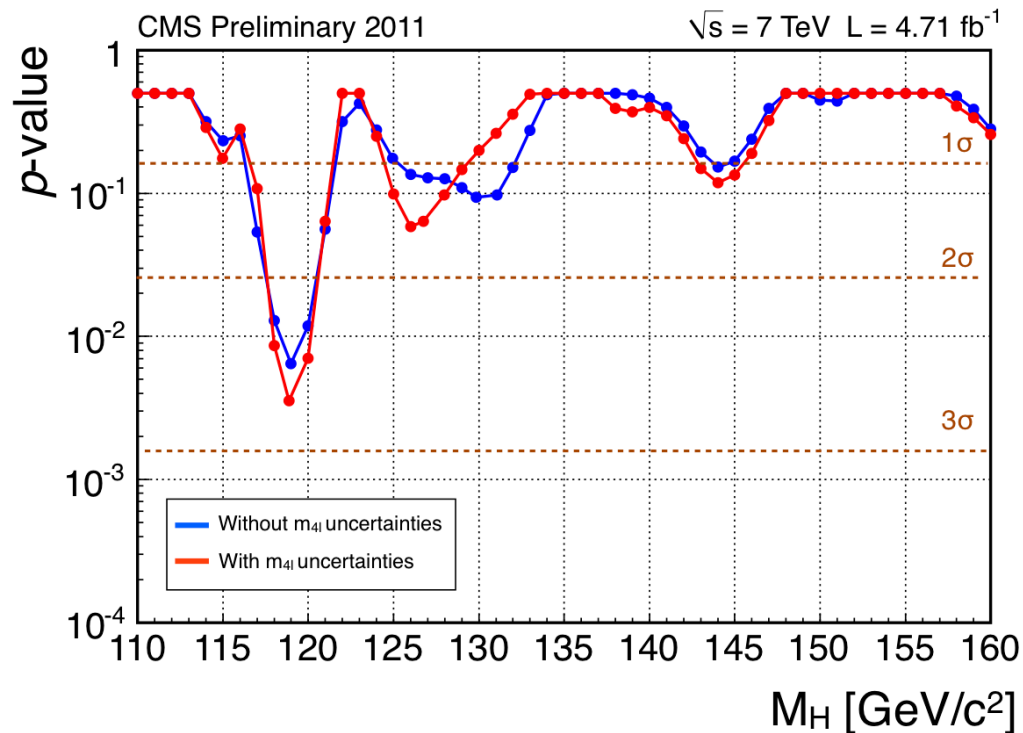
119GeV 付近 CMS 3(4mu)

ATLASの方が leptonの選び方がtight fakeがすくない
Fake lepton 1/3ぐらいある

ATLAS 3発 2.1 σ (1.8%)



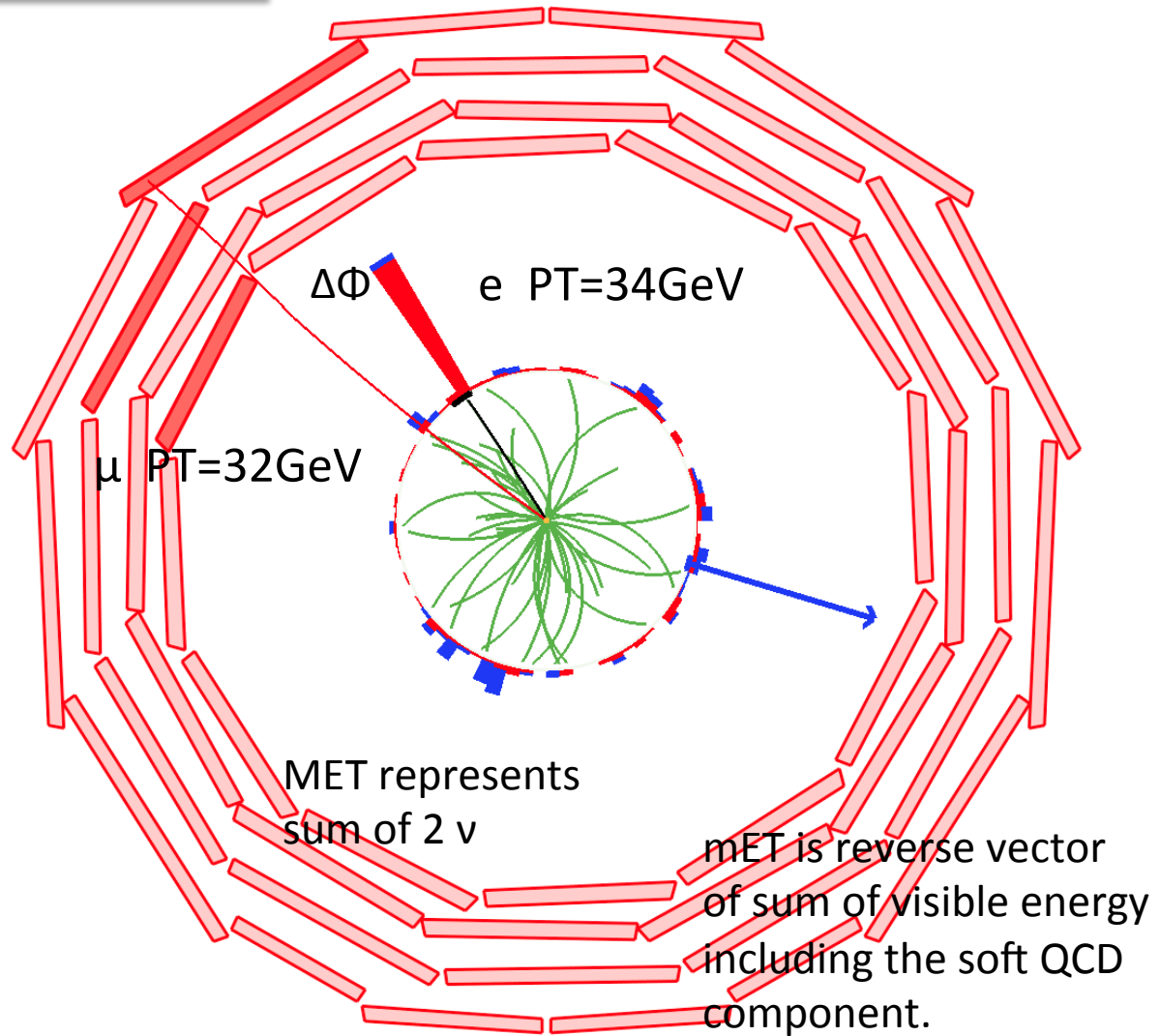
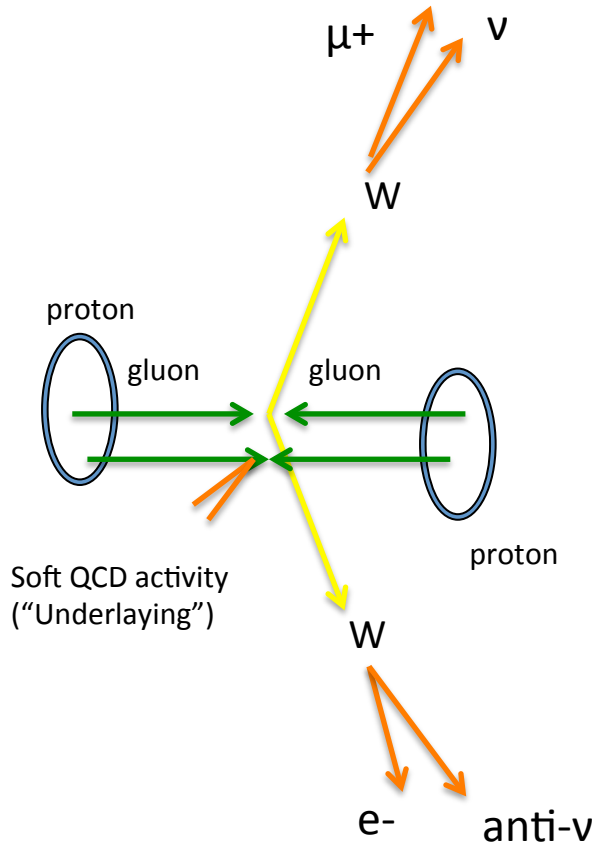
CMS 3発 2.7 σ 119GeV
2発 1.5 σ 126GeV



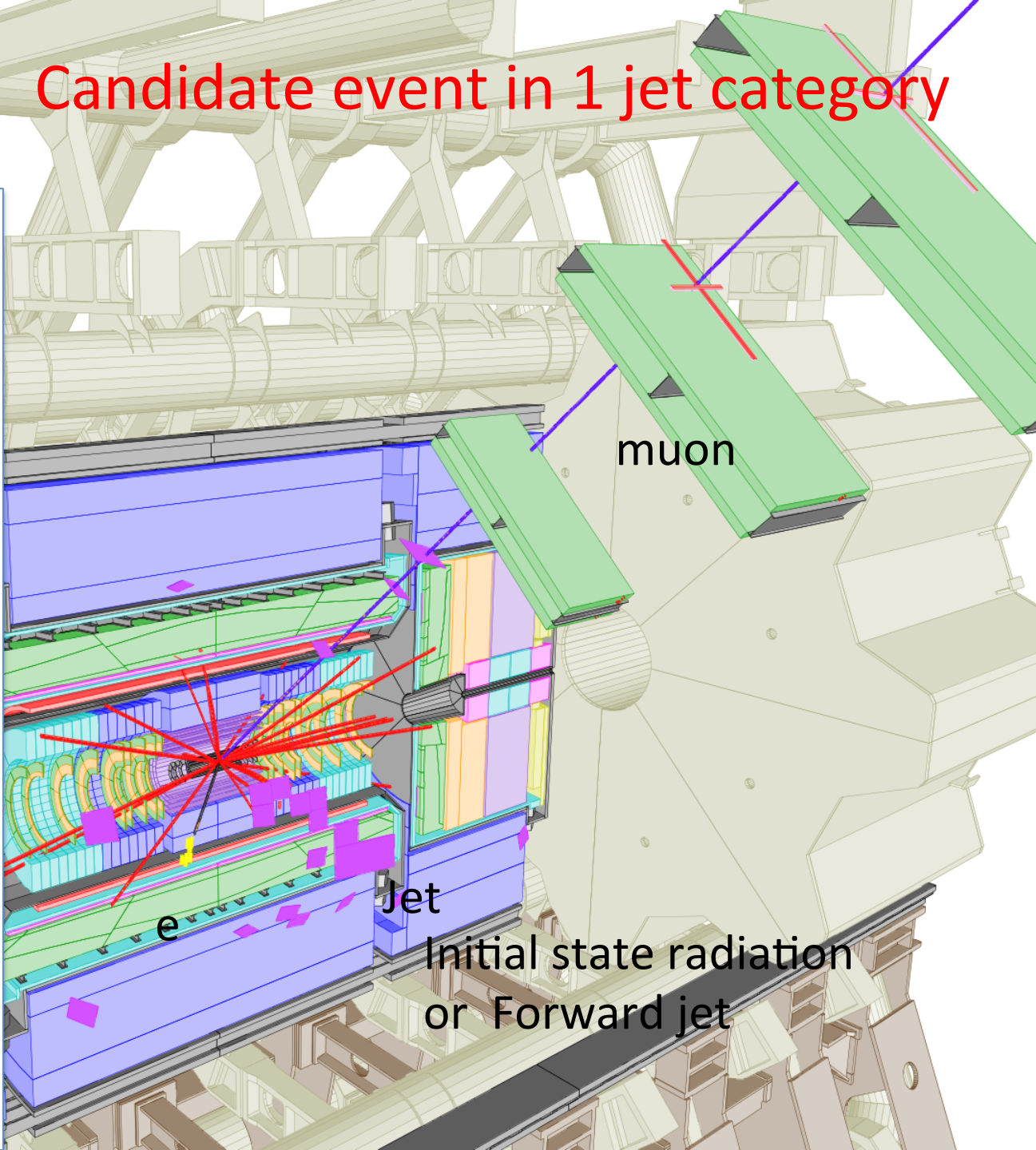
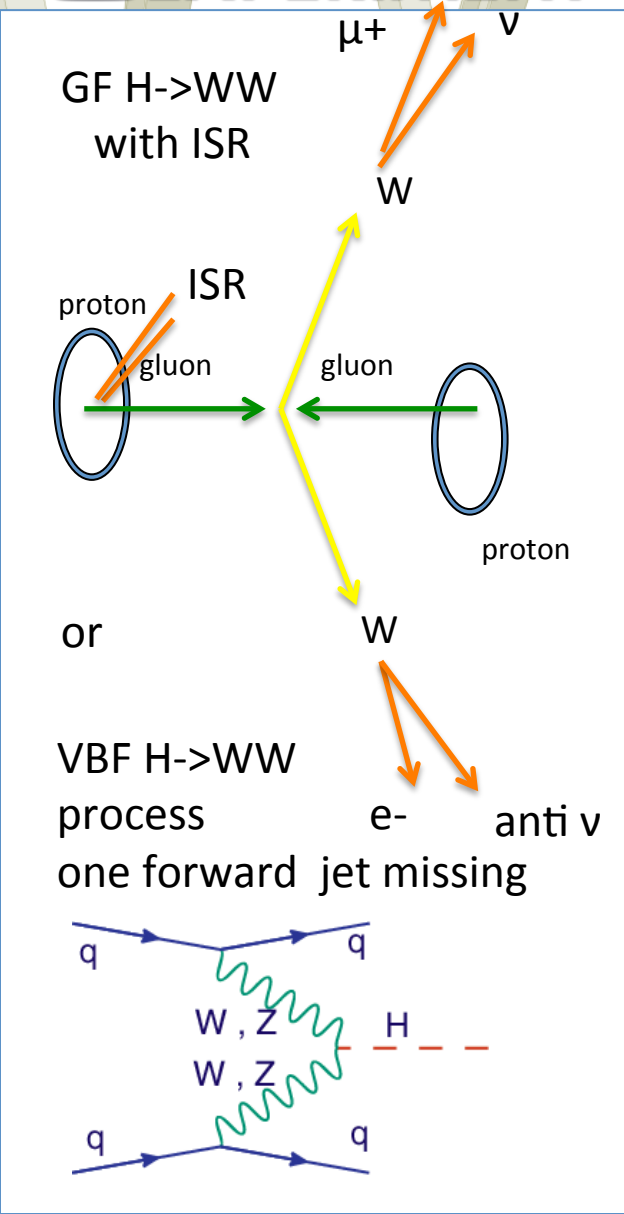
少数統計の時、幅が狭いときに効く

「どこでも効果」(Looking Elsewhere effect)

[C] $H \rightarrow WW \rightarrow l\nu l\nu$



Candidate event in 1 jet category



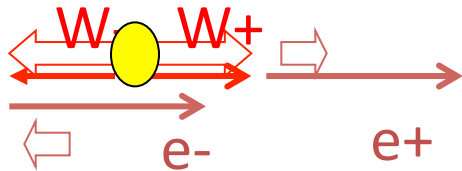
観測されるジェットの数でタイプを3つに分ける

- 0 jet analysis バックグラウンド WW
- 1jet(with b-jet veto) バックグラウンド tt, WW
- 2jet(VBF) バックグラウンド tt

$\Delta\Phi(\ell\ell)$ Azimuthal angle between dilepton

M_T (Transverse mass)

Higgs Spin0



ニュートリノが2発逃げているので
質量が再構成出来ない

$$M_T^2 = (E_T^{\ell\ell} + E_T^{\text{missing}})^2 - (P_T^{\ell\ell} + P_T^{\text{missing}})^2$$

Signal $M_T < M_h$

($M_T = M_h$ $P_z(\text{Higgs}) = 0$ の時)

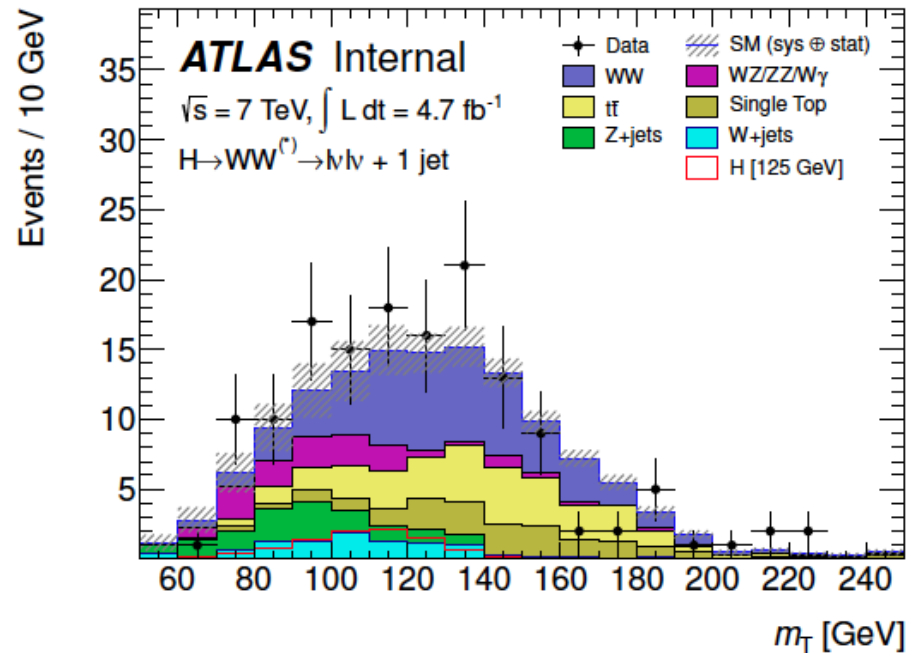
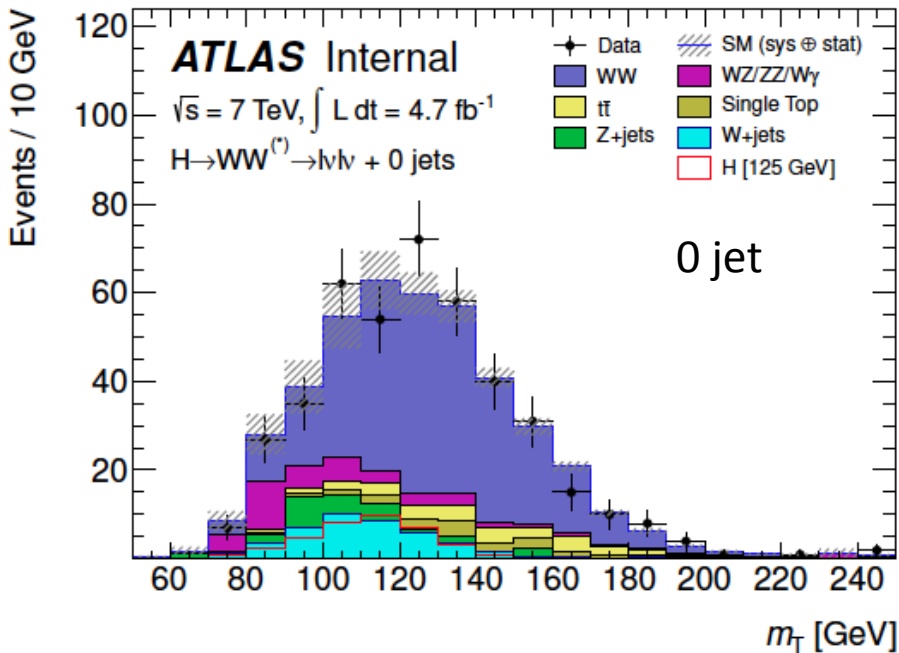
Higgs spin 0

Wのスピンは反対向き

Wのleptonic decay 100% Parity破っている

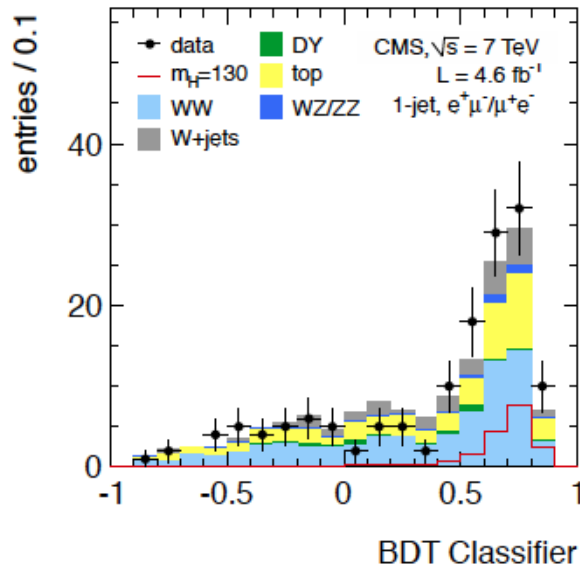
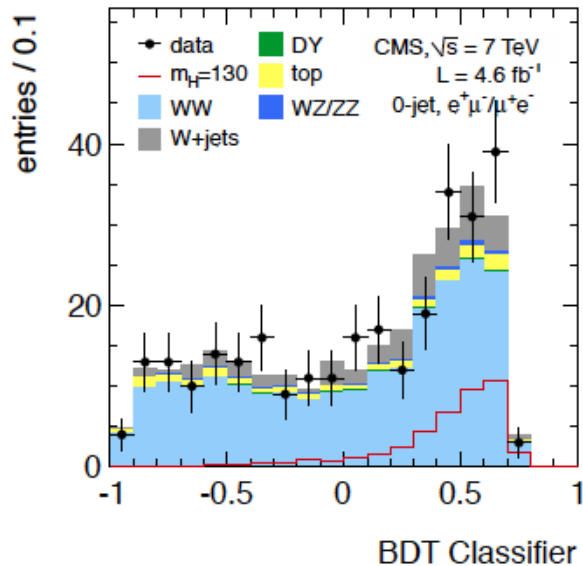
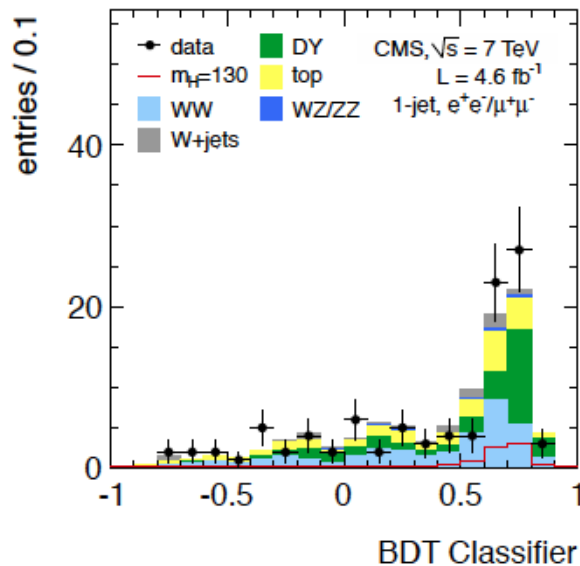
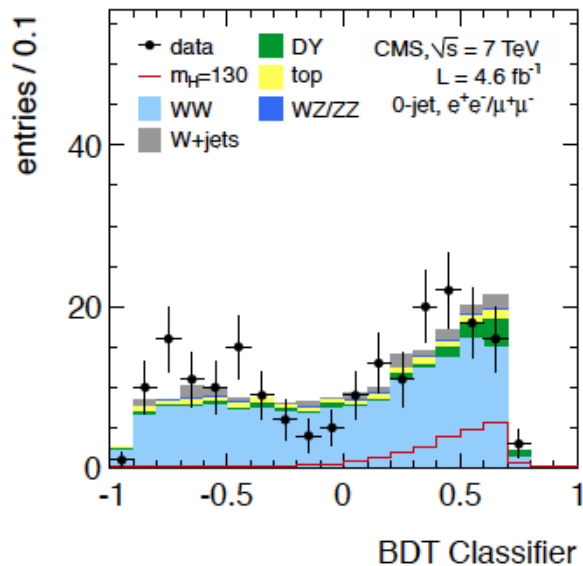
leptonは同じ向きにしやすい

ATLAS: cutbase analysis



1jet側 (tt, WW background) に少しexcess
 0jet側 (WW main) のexcessなし
 Dataの方が多めだけど、エラー大きい (hatched)

CMS: Multivariate analysis



$\Delta R(\text{II})$ と MT 分布を使って、
Signal “らしさ”
を計算して出す

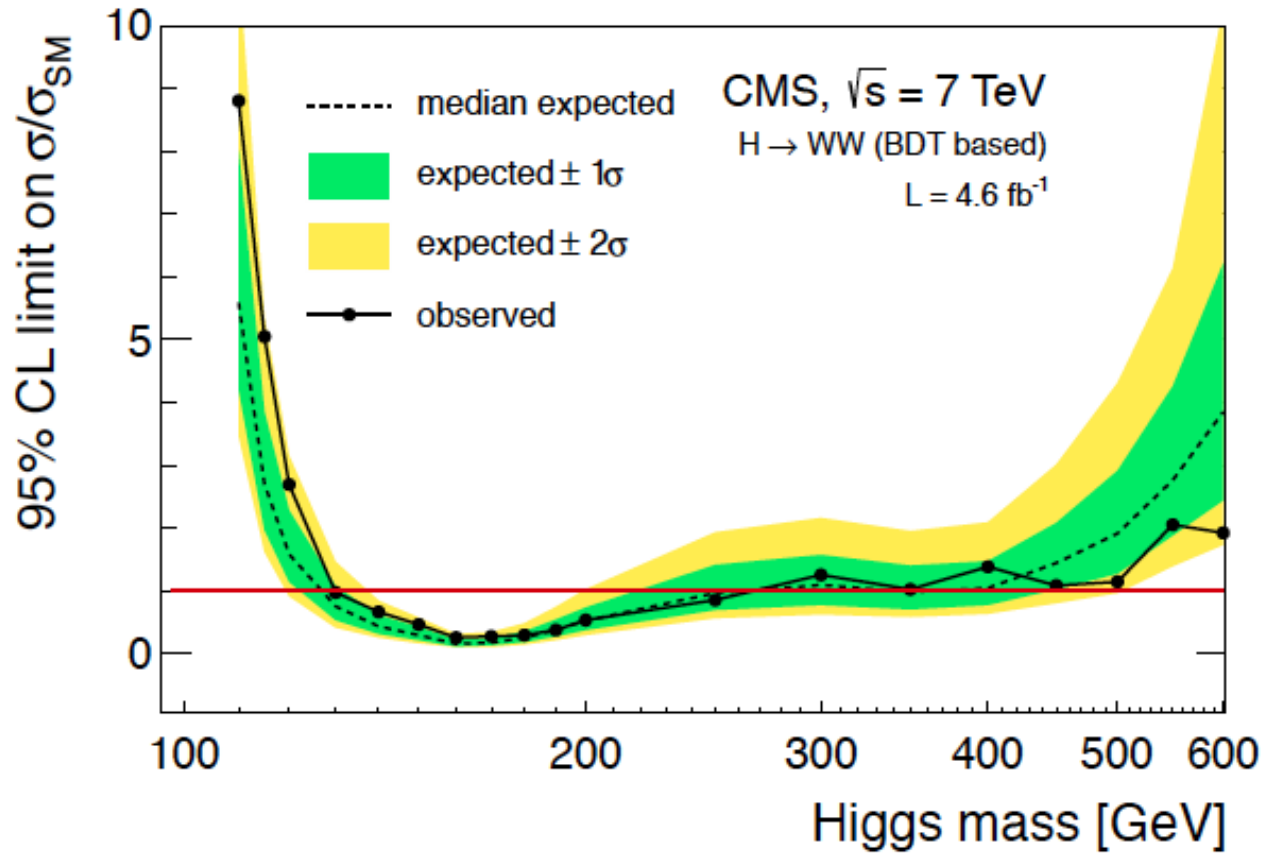
上段 SF ee, mumu の
下段 OF emu
SF 緑: Z が寄与する

左側 0jet 水色 WW main
右側 1et WW と tt (黄色)

1jet 側に少し excess
0jet 側の excess なし

ATLAS と同じ

CMS 1σ 程度 dataが多いが M_T 分布は peak でないので mass の特定はできない。



このチャンネルで
CMS $M_h = 127\text{--}270$ GeV Higgs 棄却 (95%CL)
ATLAS 129-260 GeV exclude

[D] $H \rightarrow \tau\tau \rightarrow |\nu|\nu$

collinear
 (ν とvisible particle が
 同じに方向を仮定
 もっと利口に
 少しずらしていい。
 条件はtau massが組める
 -> Missing Mass Calculator

$\epsilon_{\tau} = 50\%$ ($R=100$)

$P_t > 20 \text{ GeV}$

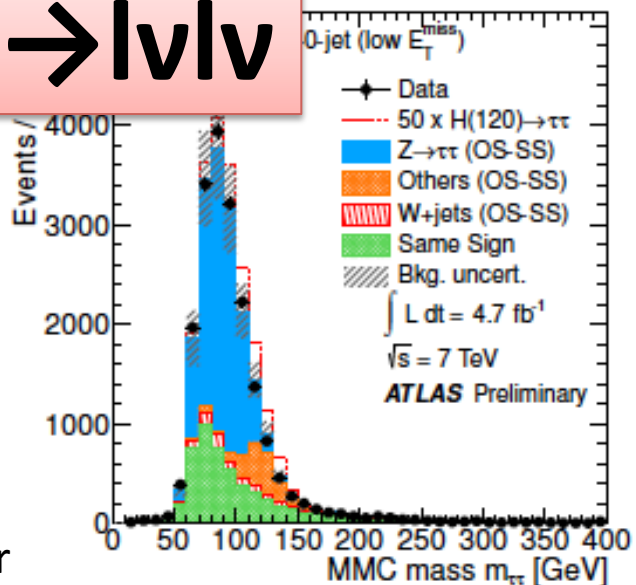
$m_{ET} > 20 \text{ GeV}$

0,1,2 jetで分けて

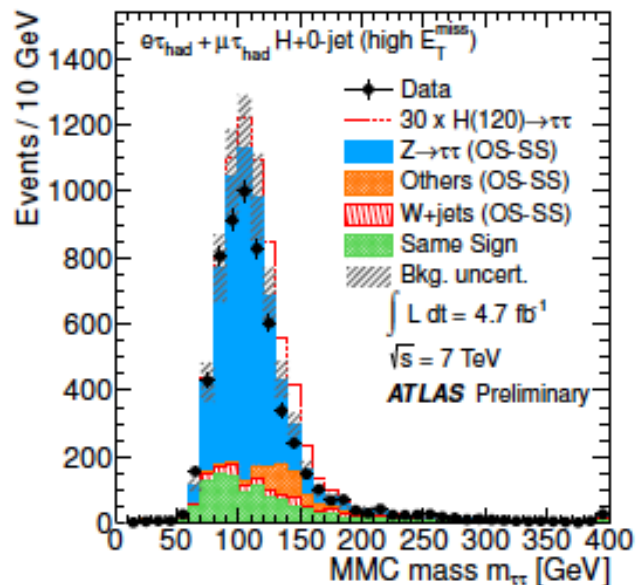
残念だけ excessなし

高いところも大事

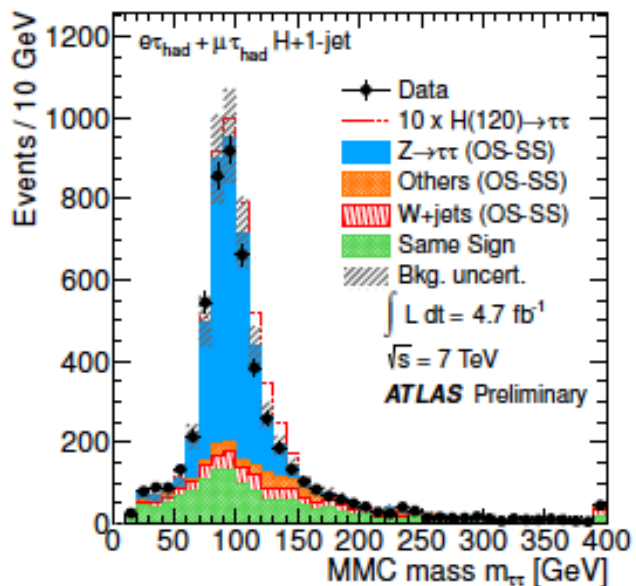
$H/A \rightarrow \tau\tau$



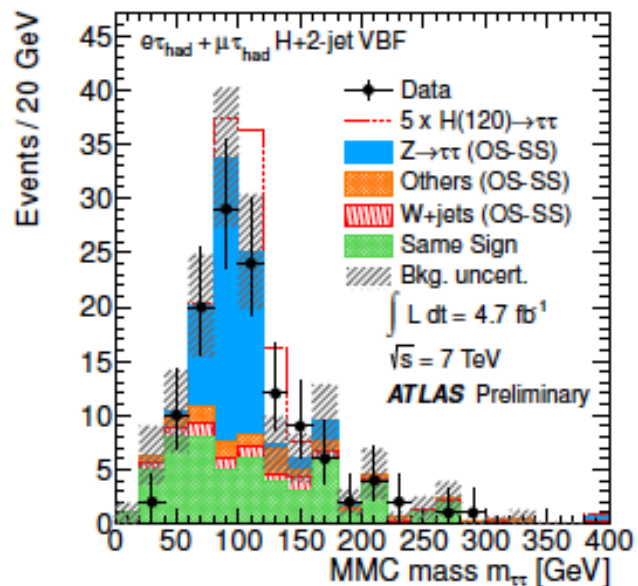
(a) Combined $H + 0\text{-jet}$ (low E_T^{miss})



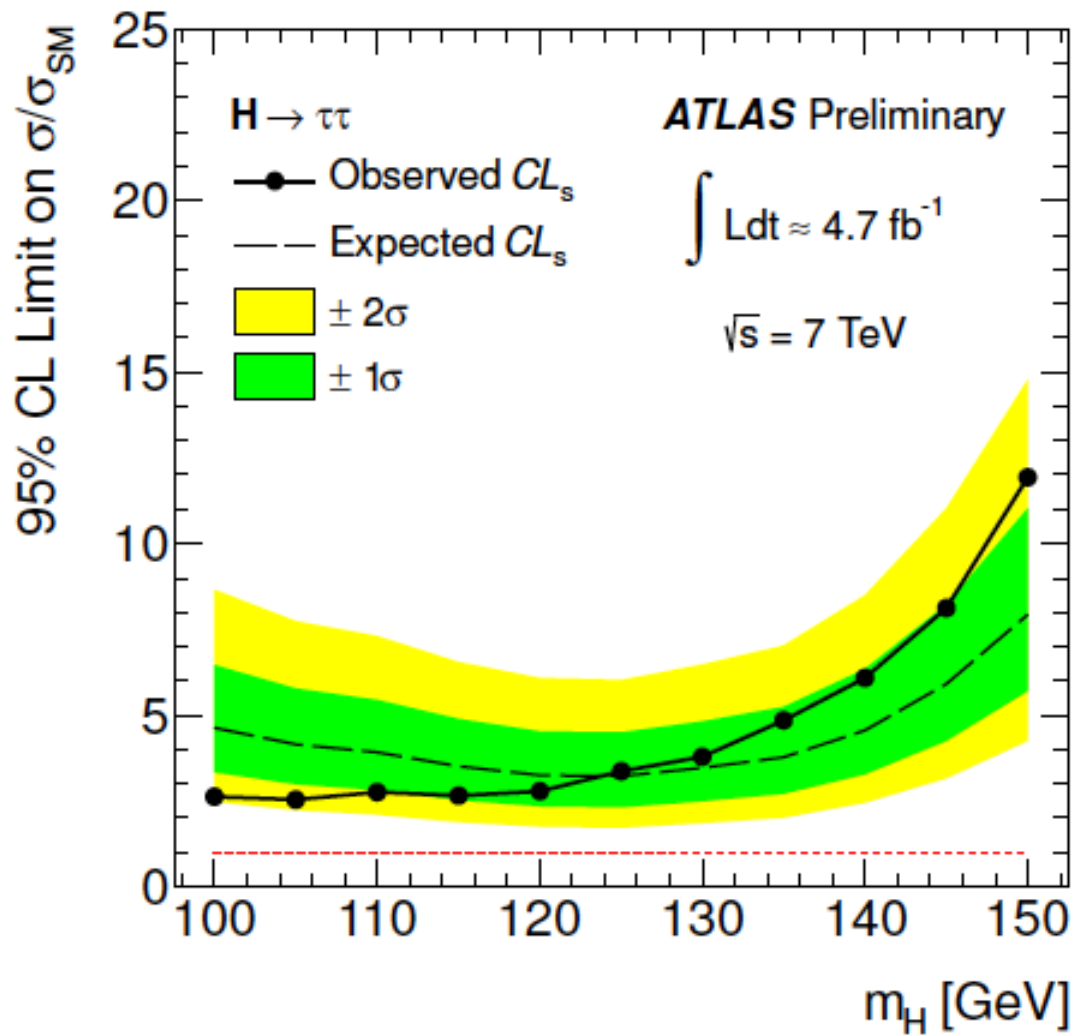
(b) Combined $H + 0\text{-jet}$ (high E_T^{miss})



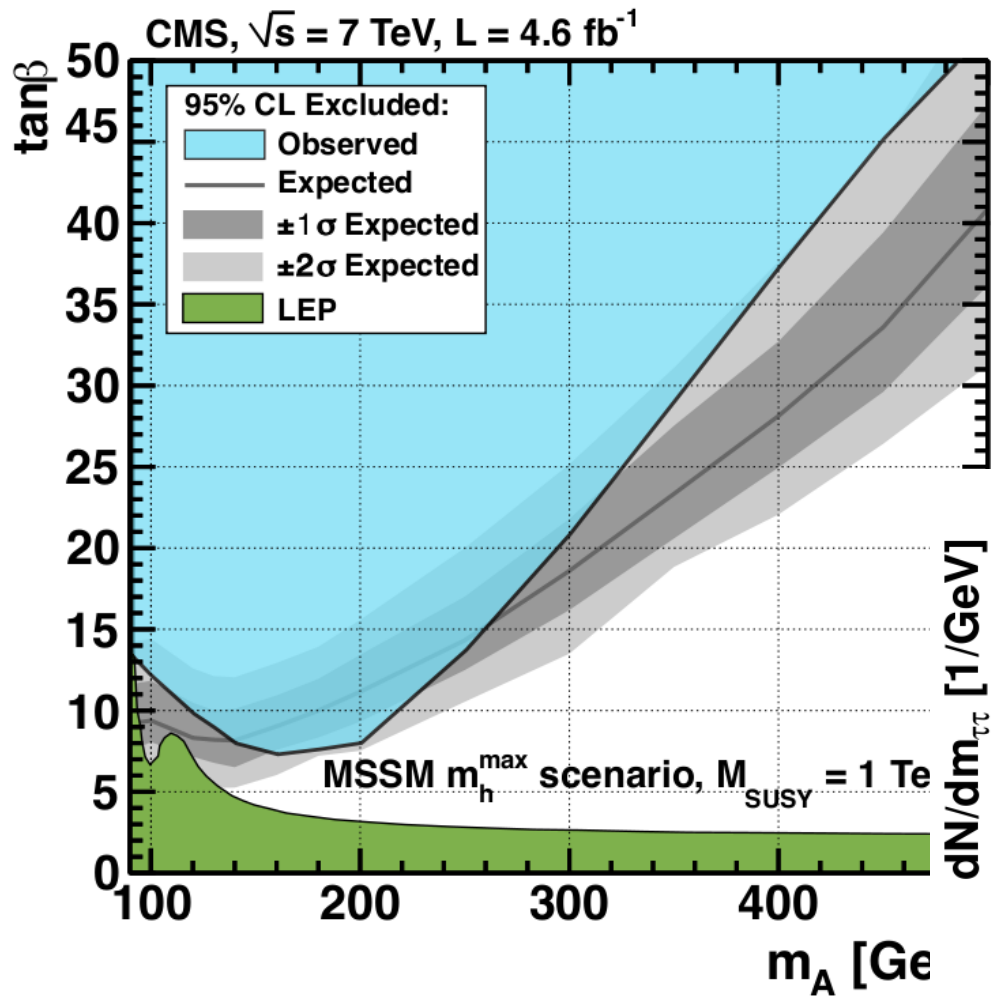
(c) Combined $H + 1\text{-jet}$



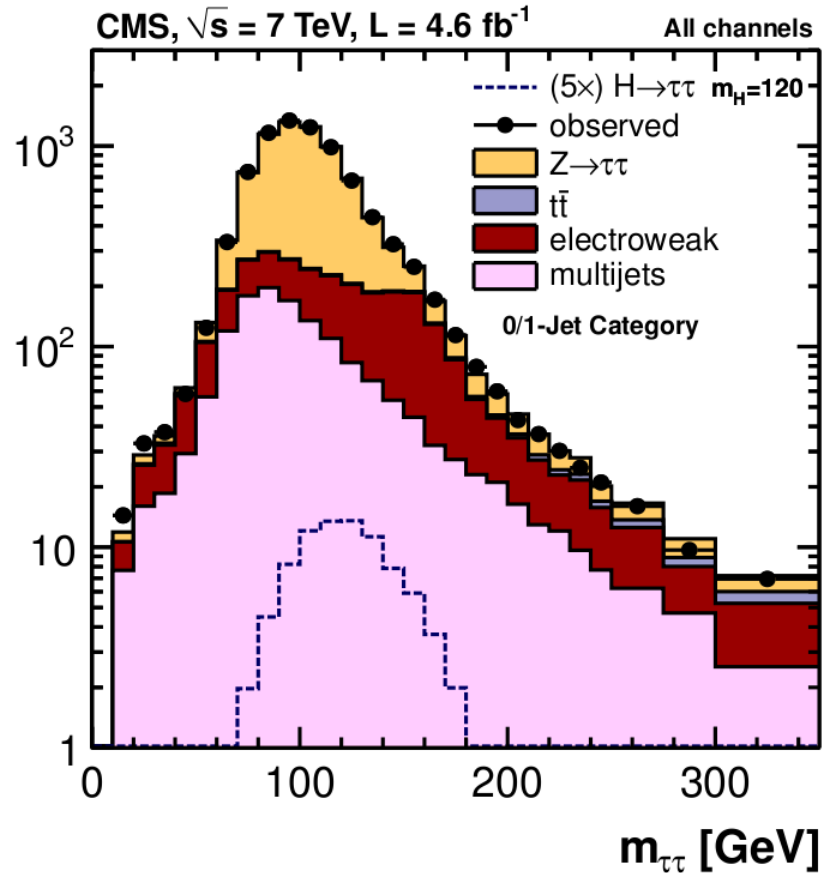
(d) $H + 2\text{-jet}$ VBF



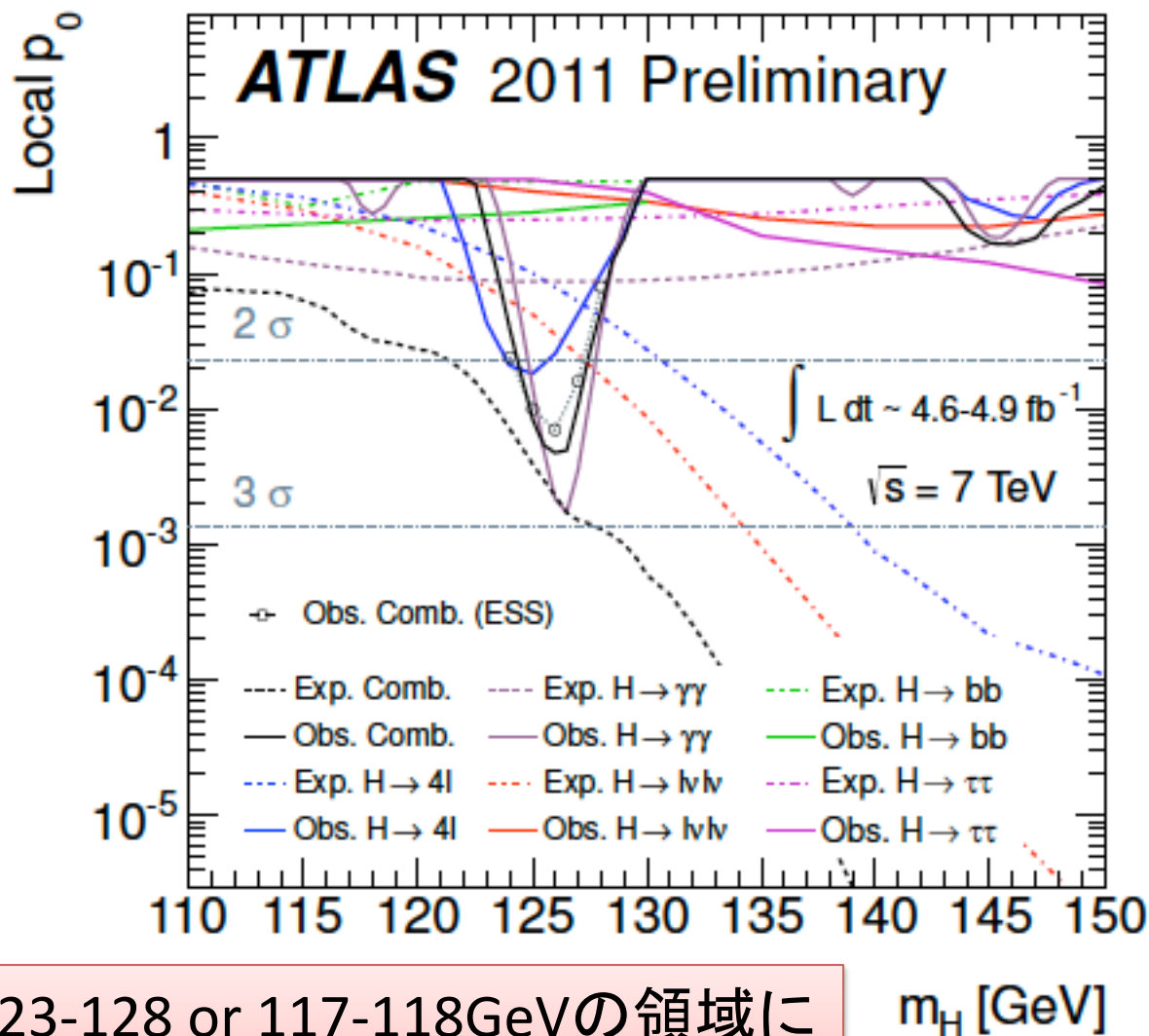
まだ 感度は3倍ぐらい不足



MSSM Higgs $H/A \rightarrow \tau\tau$



ATLAS combination



126GeV 2.9 σ

2.8 σ $H \rightarrow \gamma\gamma$, (1.4 σ expected)

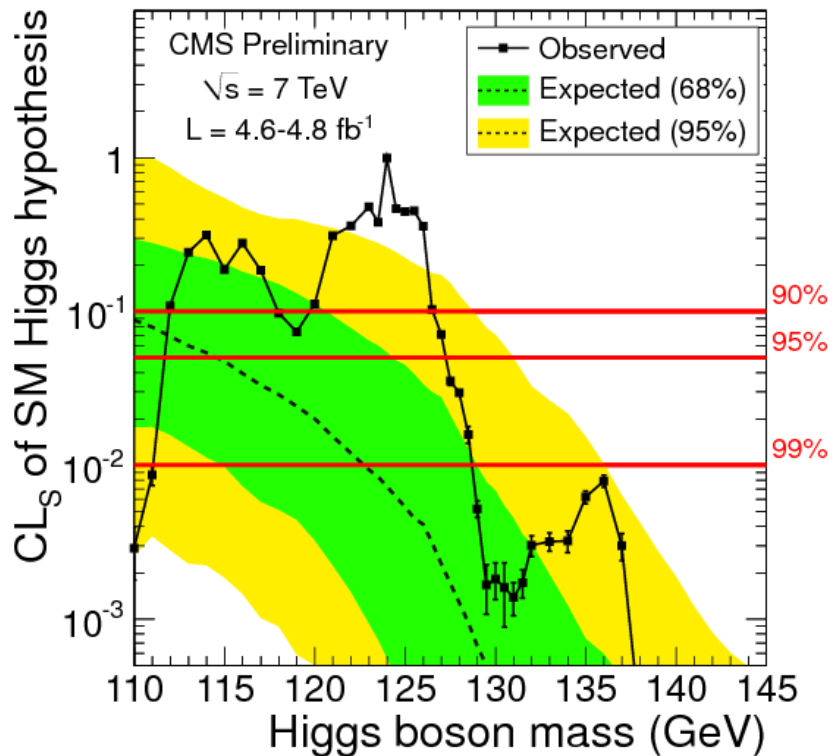
2.1 σ $H \rightarrow 4l$, (1.4 σ expected)

1.4 σ $H \rightarrow l\nu l\nu$

123-128 or 117-118GeVの領域に
絞りました

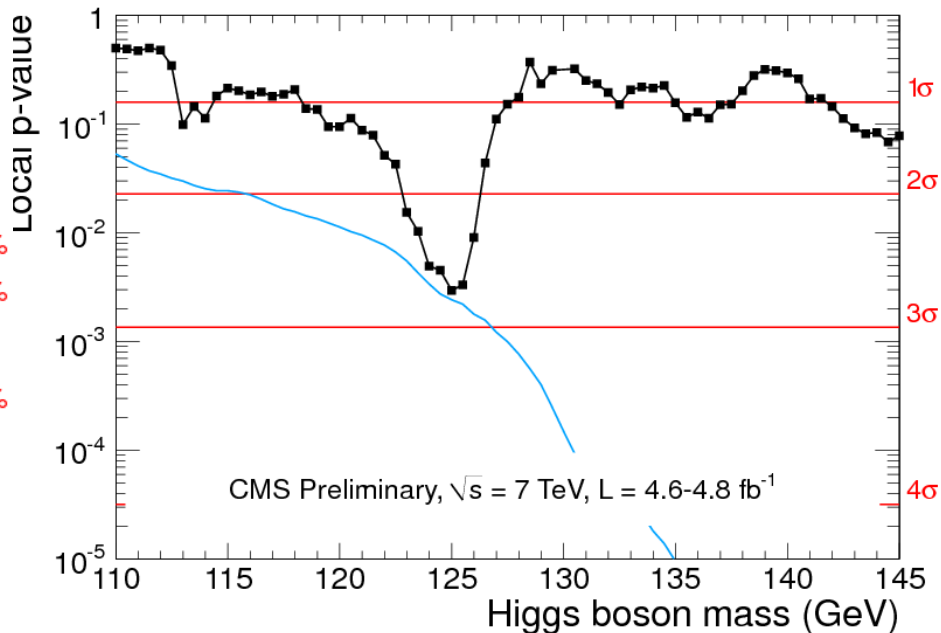
でも効果 10% **110-146GeV**

CMS combination



Exclude (95% CL)

$127 < m_H < 600$ GeV



115-127GeVの領域に
絞りこんだ

125GeVだと思おうと

(1) Naturalness?

何か別の機構

$O(10) * 125\text{GeV} \sim$

$O(1) \text{ TeV}$ にあることの重要な示唆

でもGUT近くでも問題はなんとか回避はできる。。

(2) SUSYだとすると、いろいろ

Minimal model

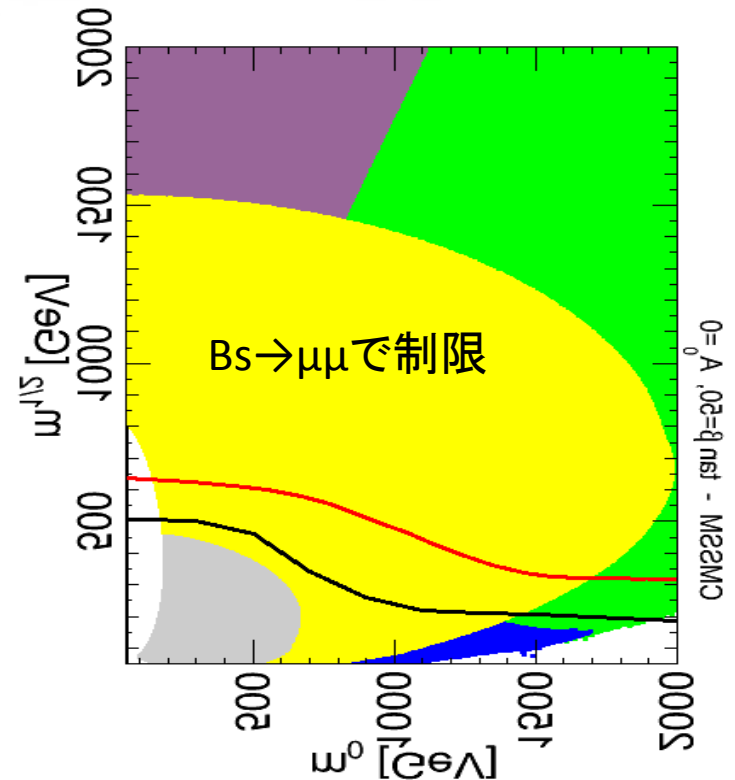
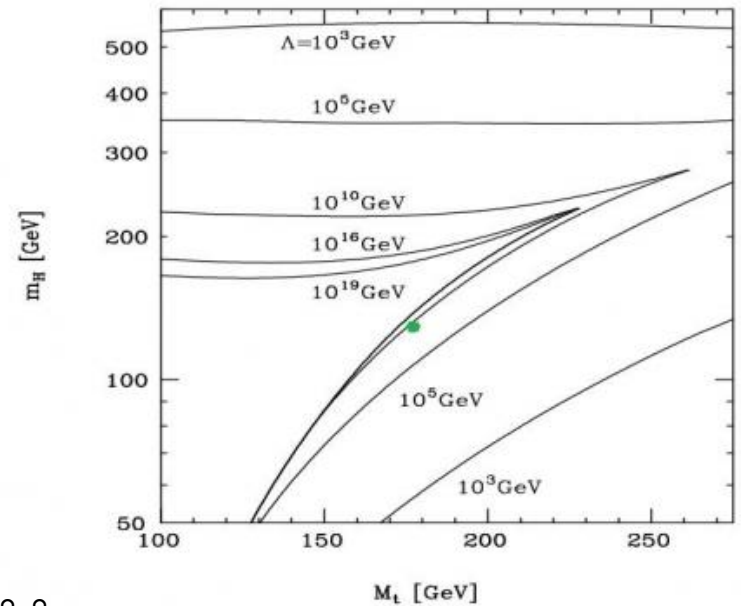
$A \sim \sqrt{6} m_{\text{stop}}$

stop mixingが大きくなないと かなりつらくなる

Aが小さいMinimal model

gluino 10TeV 近い 重いSUSY

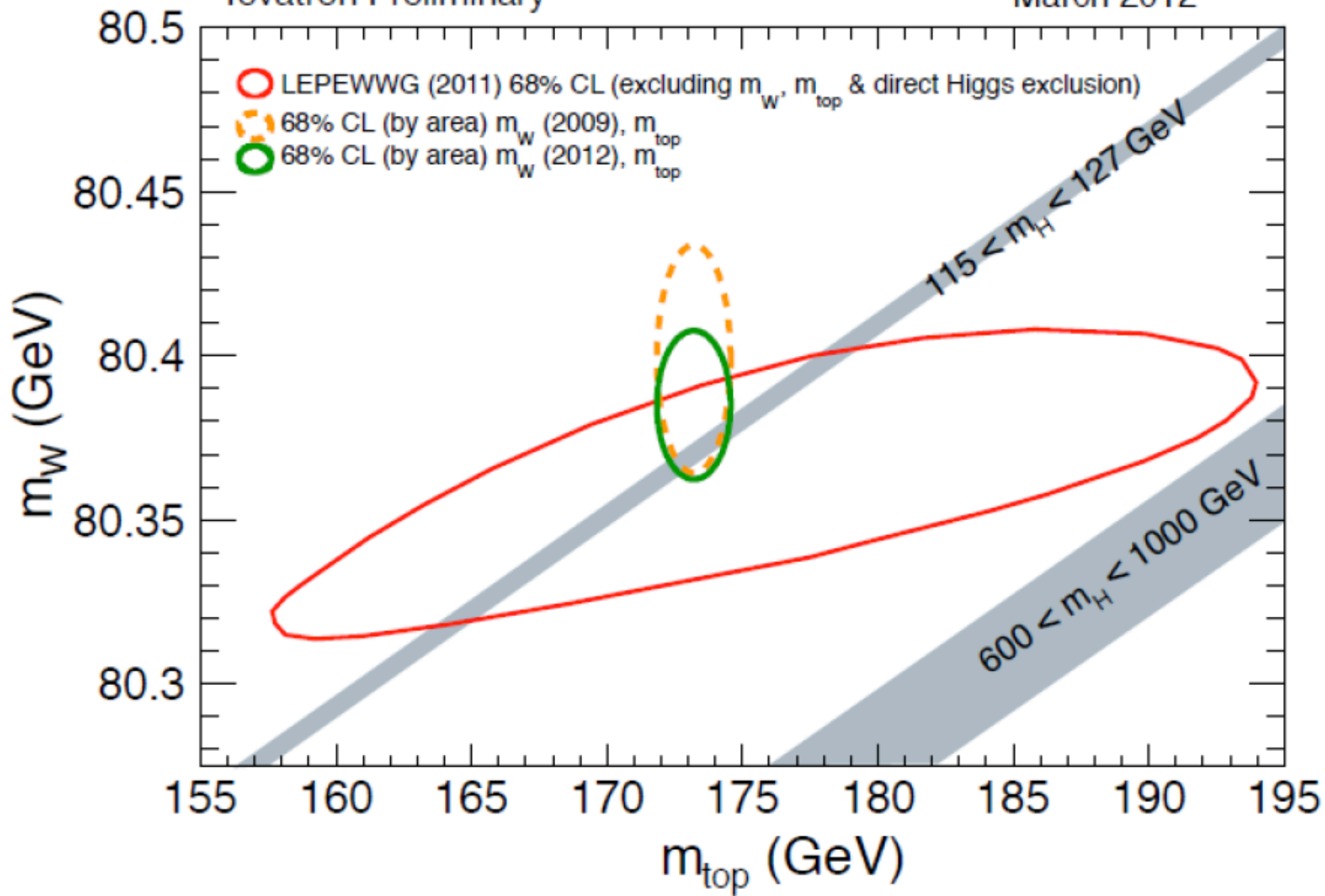
1. おまけがある
2. Aがfull mixingになっている
3. 重いSUSY



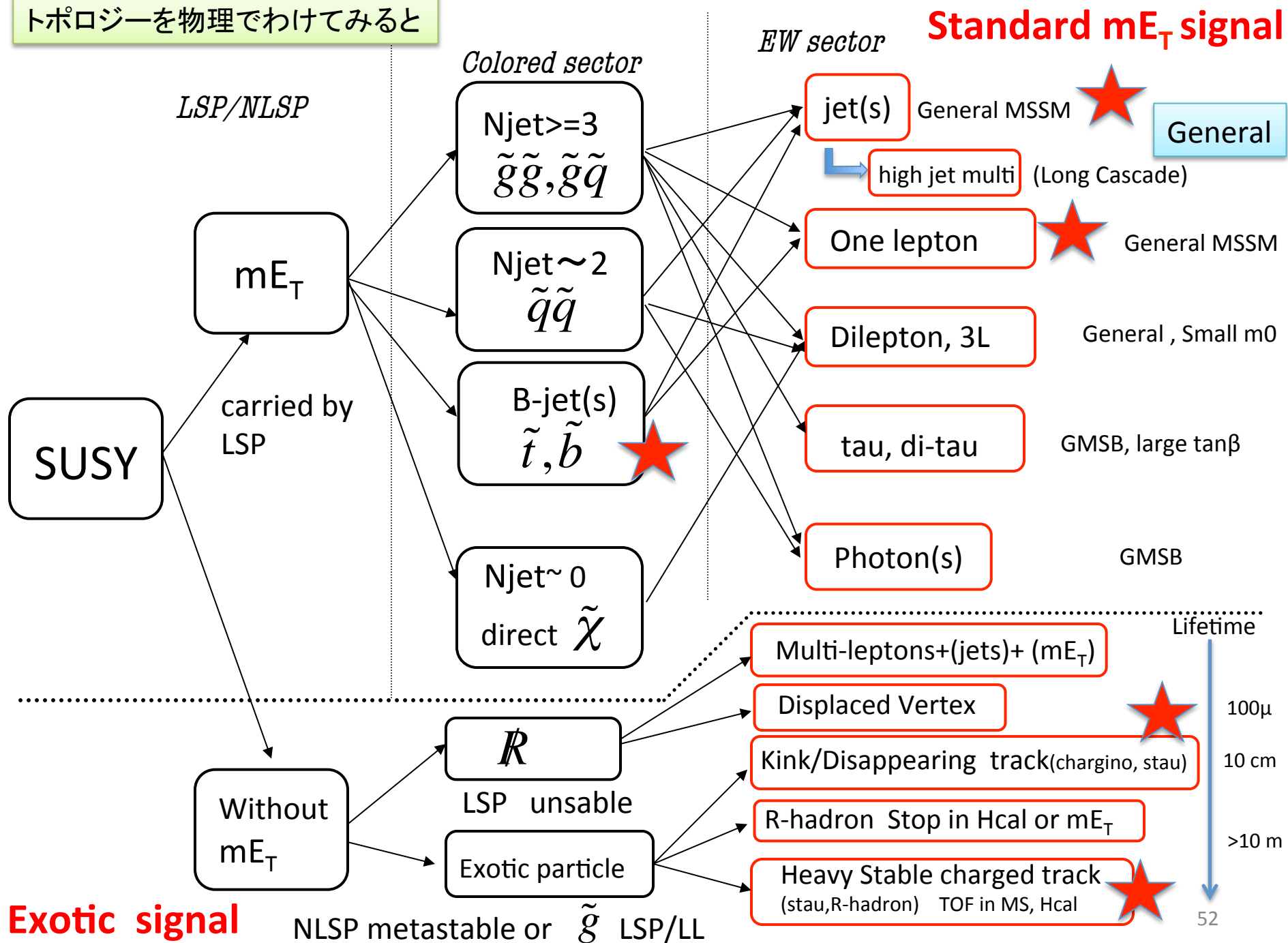
限りなくSMが幸せな現状 (Bs->μμも)

Tevatron Preliminary

March 2012



トポロジーを物理でわけてみると



トポロジーを物理でわけてみると

LSP/NLSP

- 125GeVだと思つと
1. おまけがある
 2. Aがfull mixing
 3. 重いSUSY

Colored sector

Njet >= 3
 $\tilde{g}\tilde{g}, \tilde{g}\tilde{q}$

Njet ~ 2
 $\tilde{q}\tilde{q}$

B-jet(s)
 \tilde{t}, \tilde{b}

Njet ~ 0
direct $\tilde{\chi}$

EW sector

Standard mE_T signal

jet(s)

General MSSM

General

high jet multi

(Long Cascade)

One lepton

General MSSM

Dilepton, 3L

General, Small m_0

tau, di-tau

GMSB, large $\tan\beta$

Photon(s)

GMSB

Without mE_T

R
LSP unsable

Exotic particle

Multi-leptons+(jets)+ (mE_T)

Displaced Vertex

Kink/Disappearing track(chargino, stau)

R-hadron Stop in Hcal or mE_T

Heavy Stable charged track
(stau, R-hadron) TOF in MS, Hcal

Lifetime

100 μ

10 cm

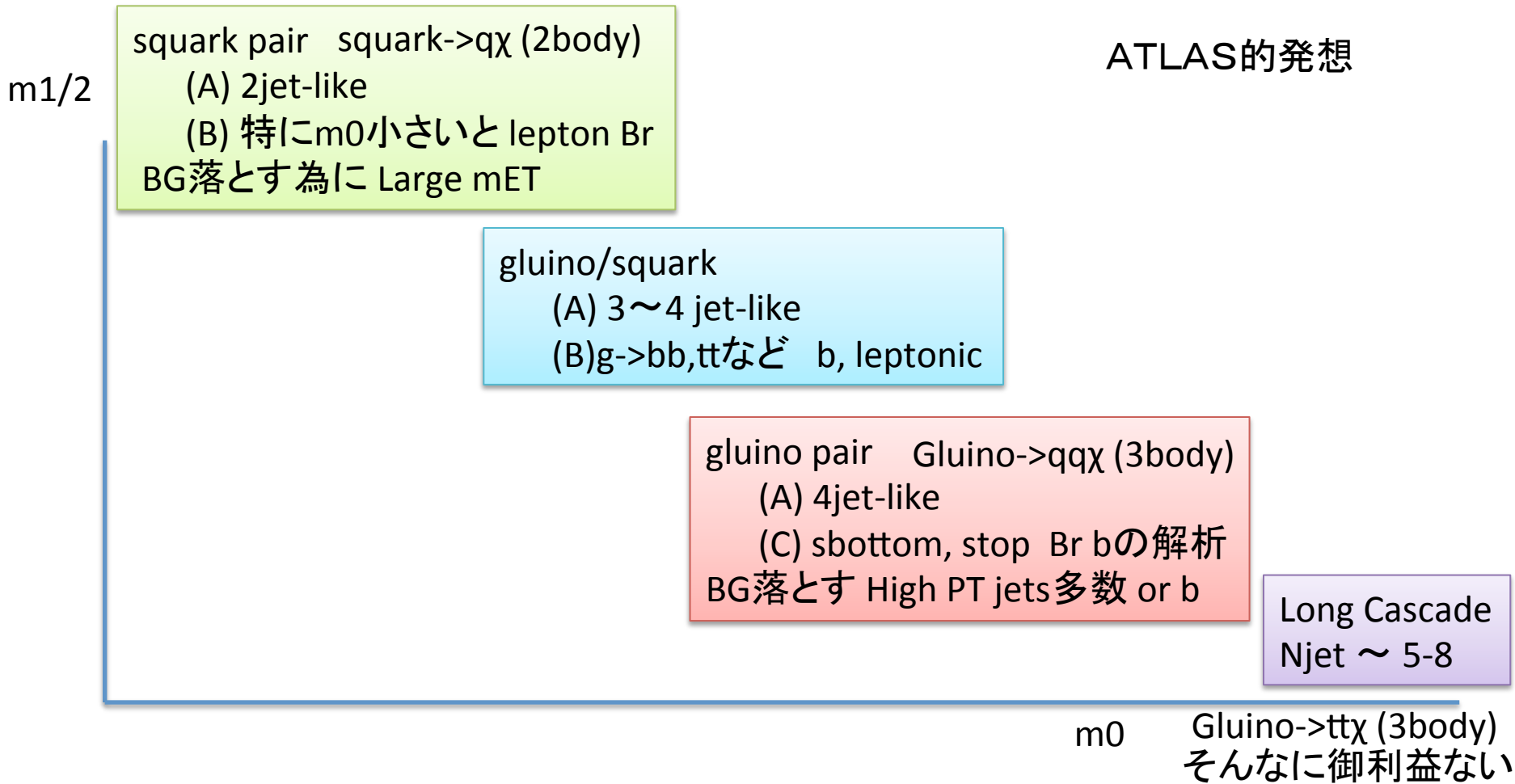
>10 m

53

Exotic signal

NLSP metastable or \tilde{g} LSP/LL

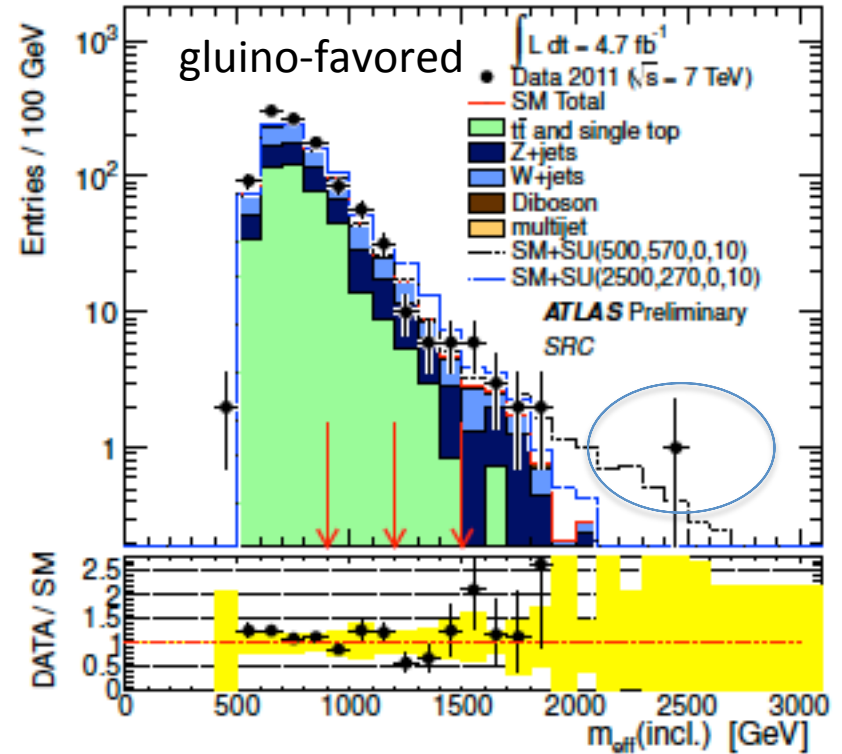
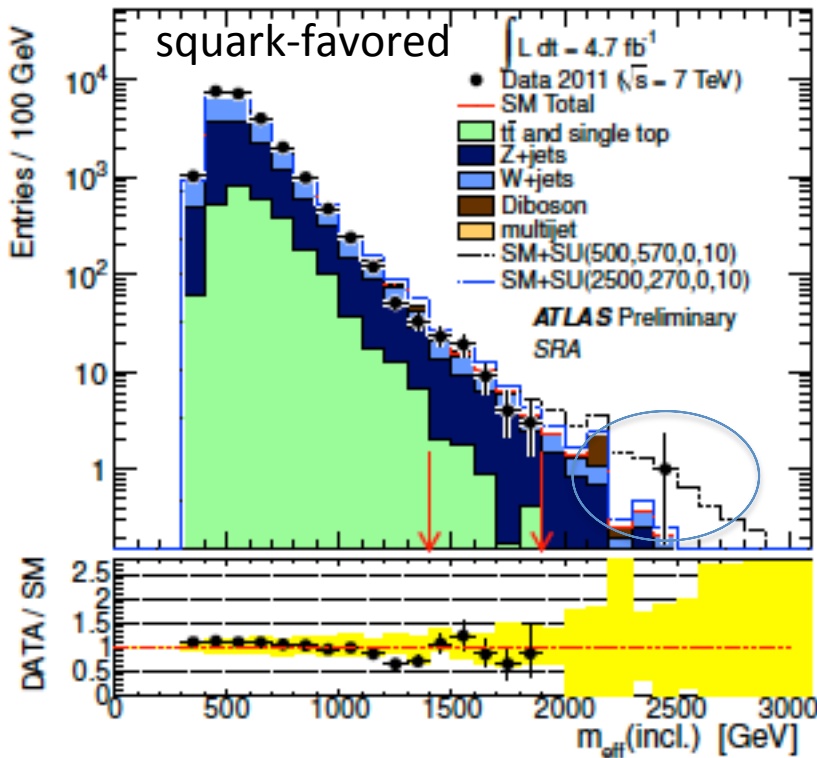
mET のあるやつ Selectionの概論



Main BG W(l ν)+jets, Z(n ν)+jets, top, QCD(2jets以外は効かない)
 mETを厳しくしても W/Zは結構 最後まで残る。
 ECM 7TeV なので top $\sigma=830\text{pb} \rightarrow 160\text{pb}$ (断面積 1/5) W/Z が 結構効く

No Lepton Ξ - Ξ (ATLAS)

At least 2 / 4 Jets (PT>130, 60GeV) & Large mET(160GeV) & mET is not direct to jet



$M_{eff} = mET + \sum PT(\text{jet})$

$M_{eff} > 1900 \text{ GeV}$ ($mET/M_{eff} > 0.3$)

Data 1 events

BG 7+1+2.2 (tt 0.2, W 2.1, Z 2.9)

(-2 σ)

$\rightarrow \sigma(95\%CL) < 0.62 \text{ fb}$

1 candidate in high M_{eff} region

$M_{eff} > 1500 \text{ GeV}$ ($mET/M_{eff} > 0.25$)

Data 14 events

BG 5.4+1.8+1.5 (tt 1.8, W 1.2, Z 2.1)

+2 σ だけど

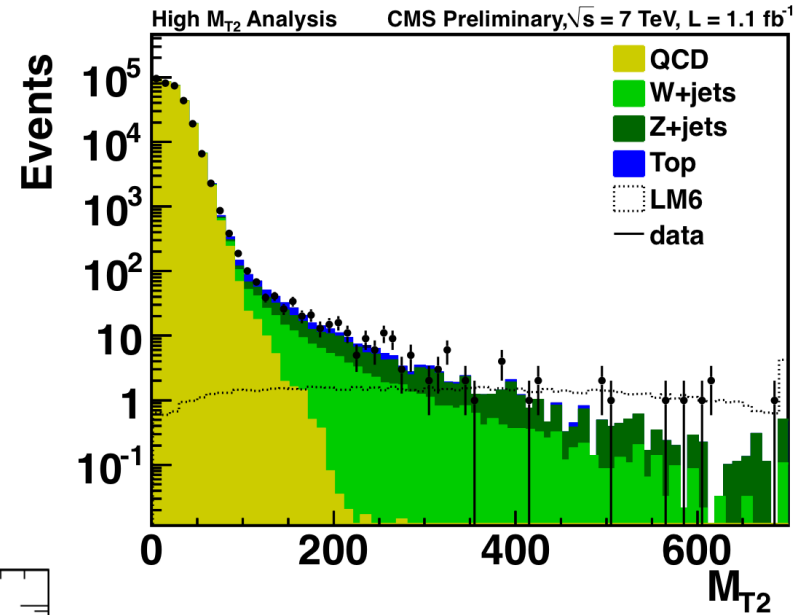
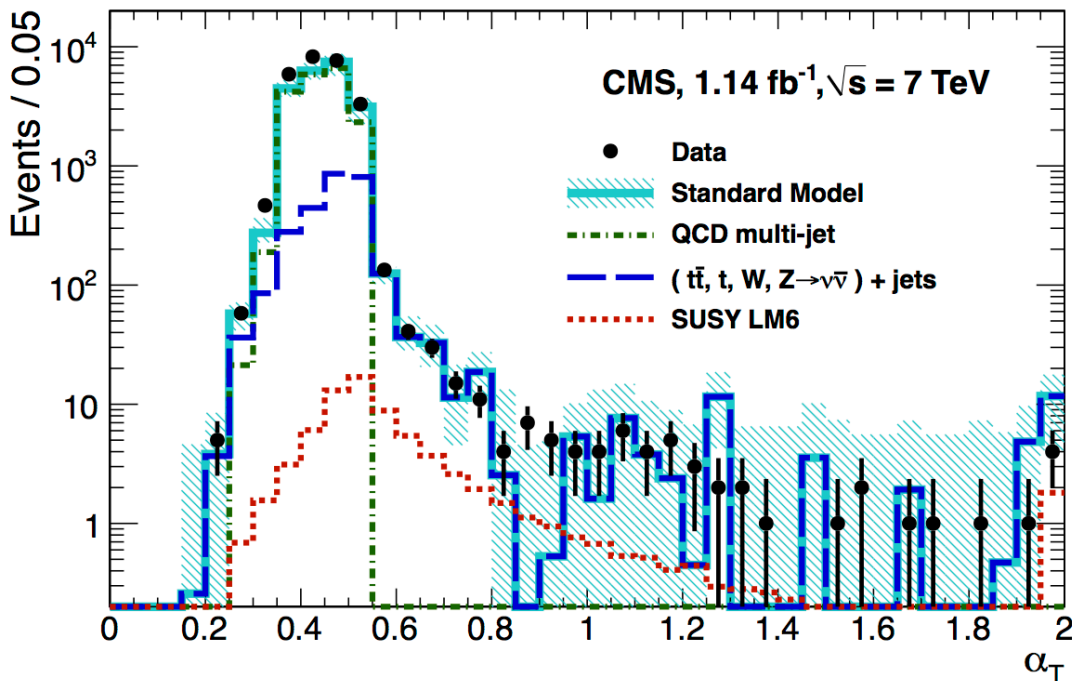
$\rightarrow \sigma(95\%CL) < 3.5 \text{ fb}$

No Lepton モード (CMS)

4つの方法: HT, MT2, α_T , Razor

$$\min_{\{P_T^{\chi(1)} + P_T^{\chi(2)} = -P_T^{vis(1)} - P_T^{vis(2)}\}} \left[\max\{m_T^{(1)}, m_T^{(2)}\} \right]$$

fake mETあるとやっぱり大きくなる



$$\alpha_T = \frac{E_T^{j2}}{M_T^{j1, j2}} = \frac{\sqrt{E_T^{j2}} / E_T^{j1}}{2} < \frac{1}{2}$$

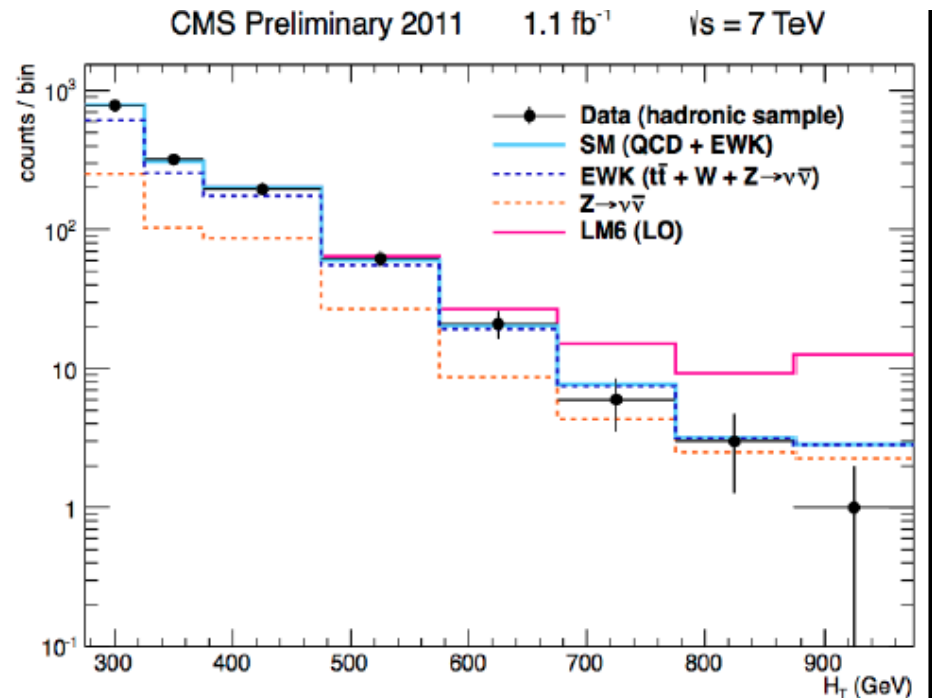
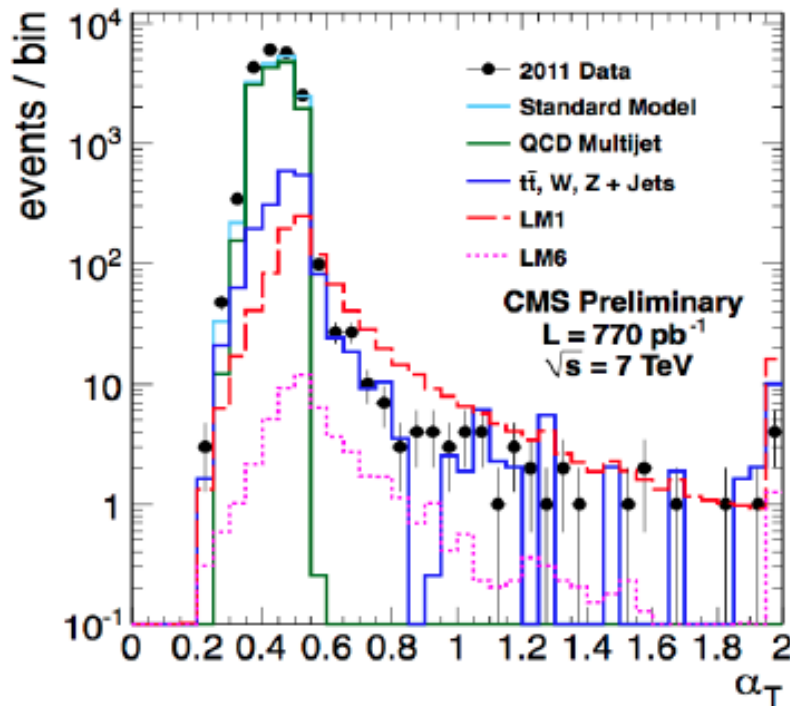
Jet Asymmetry

全然たいしたやり方でないです。
QCDおとすだけ

CMSの解析

$$\rightarrow \alpha_T = \sqrt{\frac{p_{T,j2}/p_{T,j1}}{2(1 - \cos \Delta \phi)}}$$

バランス 分子 1 分母 4 ½
アンバランス 分母 小さい > 1/2



基本的に QCD jet を α_T で落とす
W/Z/top HT Σ ET jet

High HT cut candidate 1, a few
感度が高くなる

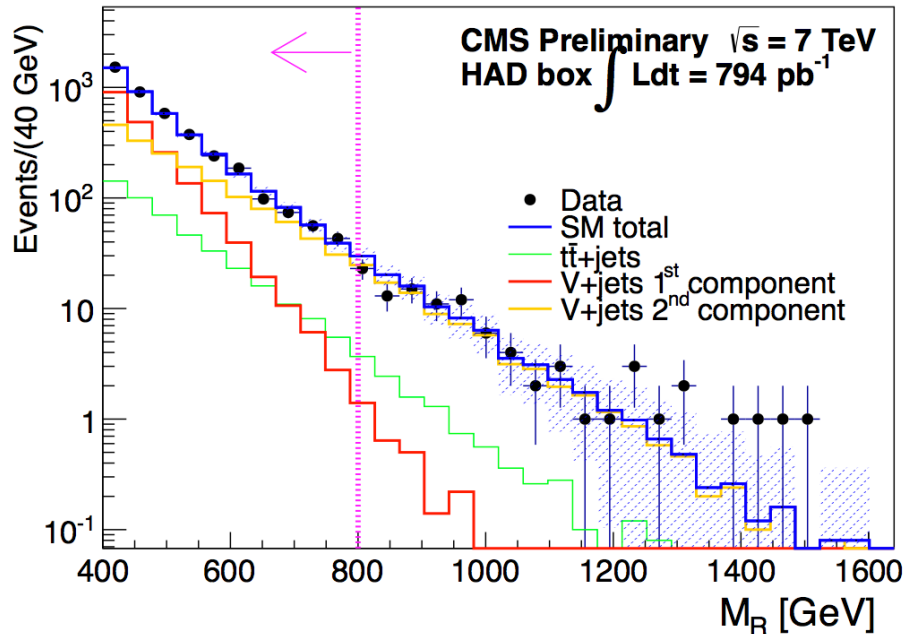
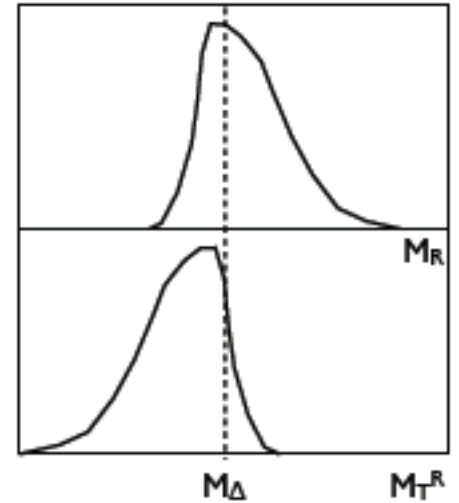
Razor(CMS)

2jet にかわる

$$M_{\Delta} \equiv \frac{M_{\bar{q}}^2 - M_{\bar{\chi}}^2}{M_{\bar{q}}}$$

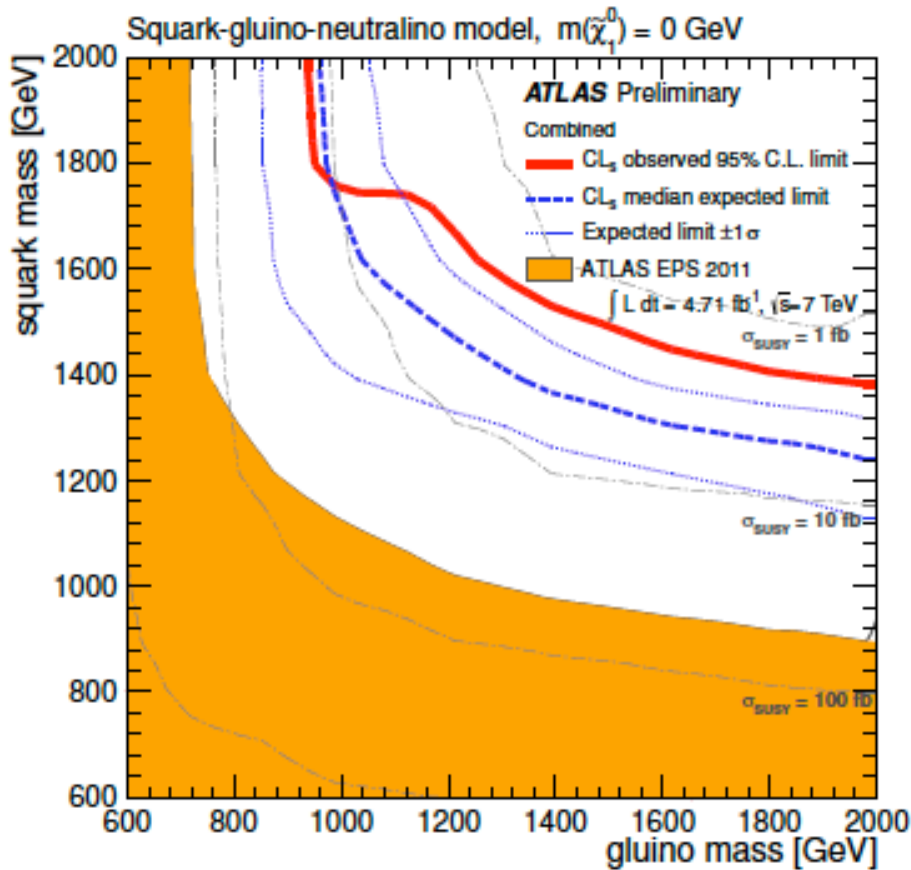
$$M_R \equiv \sqrt{(E_{j_1} + E_{j_2})^2 - (p_z^{j_1} + p_z^{j_2})^2} \quad \leftarrow M_R \text{ peaks at } M_{\Delta}$$

$$M_T^R \equiv \sqrt{\frac{\cancel{E}_T(p_T^{j_1} + p_T^{j_2}) - \cancel{E}_T \cdot (\vec{p}_T^{j_1} + \vec{p}_T^{j_2})}{2}} \quad \leftarrow M_{\Delta} \text{ edge in } M_T^R$$

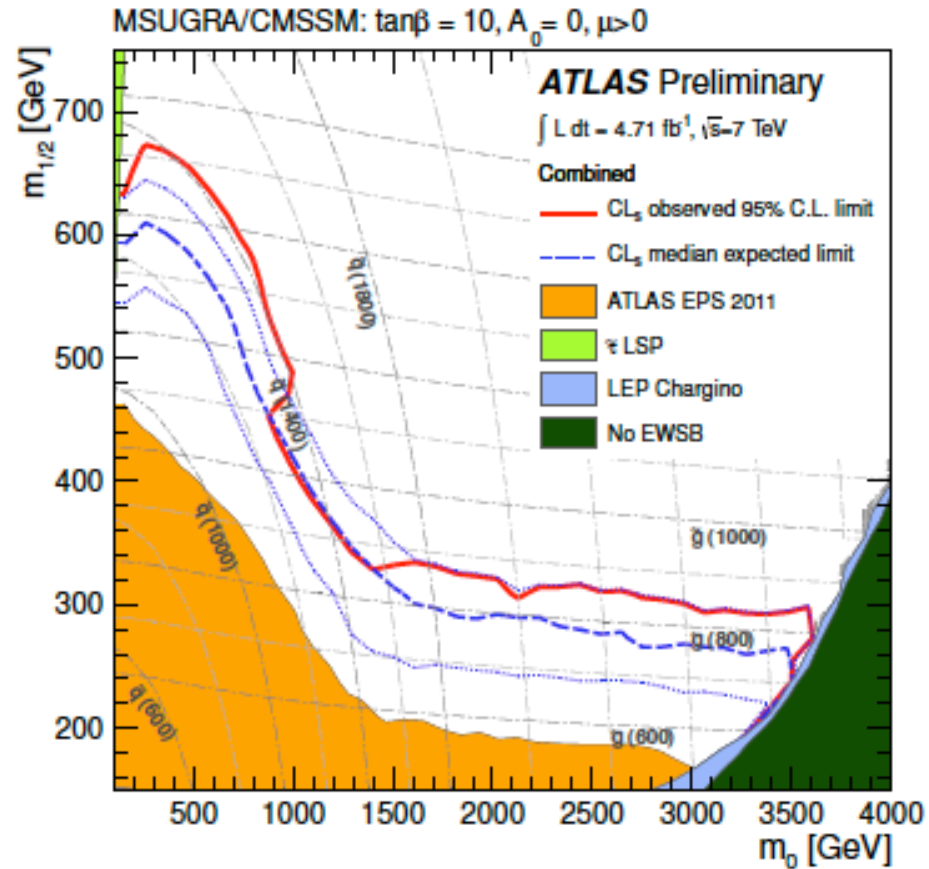


MTRもおおきくなるので
 $R = MTR/MR$
 R vs MR の2次元で解析

gluino/squark への制限 (ATLAS no lepton)



simplified mode]

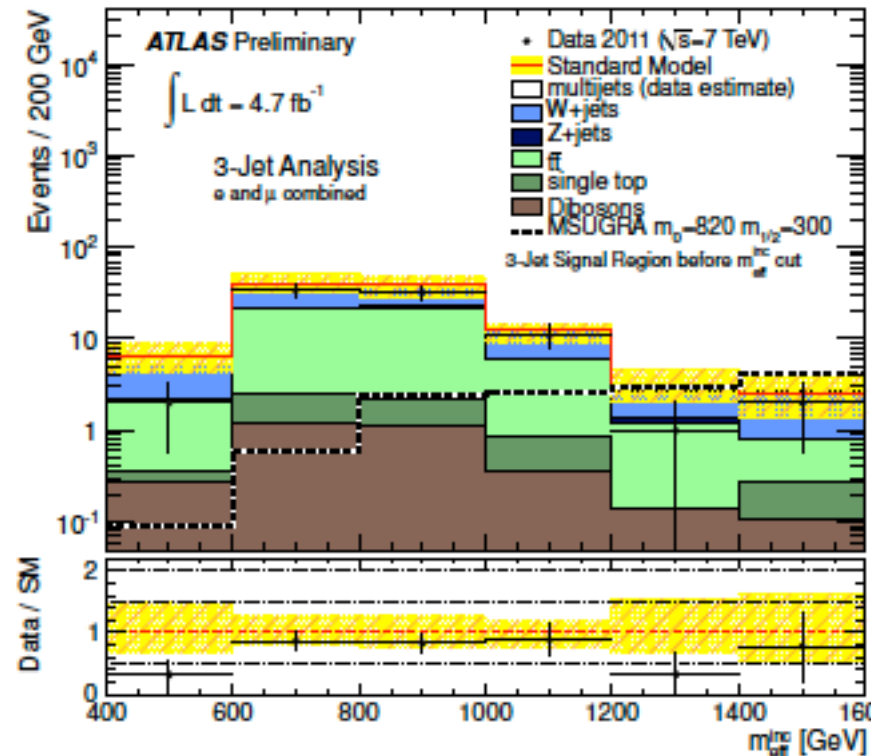


Large m_0 (Focus)	gluino > 850 GeV
small m_0	gluino/squark > 1.5 TeV

One lepton τ -mode

Electron (PT>25GeV) or muon (PT>20GeV)

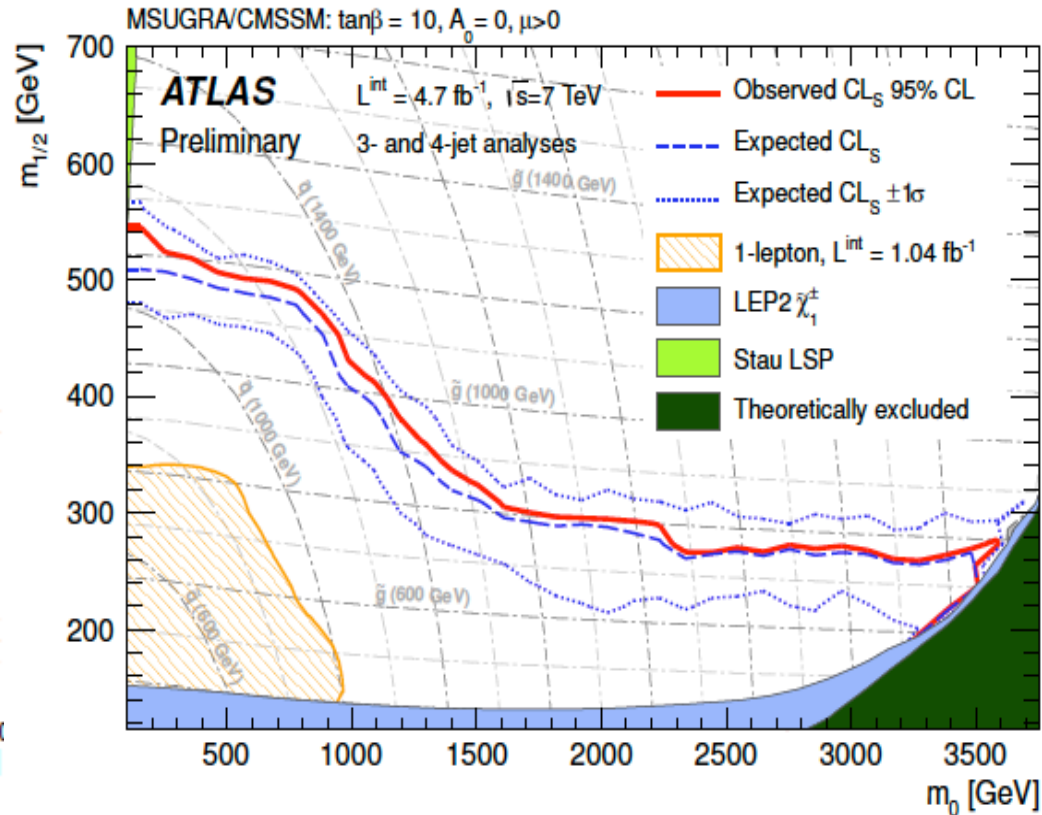
At least 3jets(PT>100,25,25GeV) MET>250GeV MT>100GeV Meff>1200GeV



Data 3 events

BG 5.7 \pm 4.0 (W/Z 2.9 $t\bar{t}$ 2)

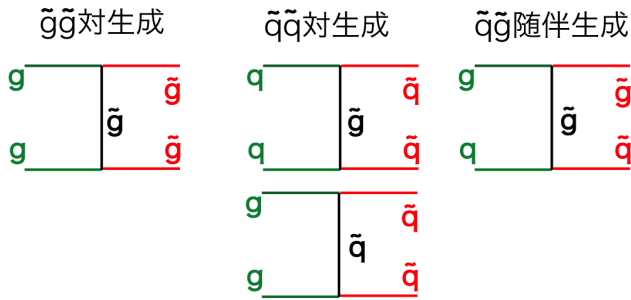
$\rightarrow \sigma(95\%CL) < 1.3 \text{ fb}$ (one leptonのほうが感度は高いがBrがmSUGRAでは小さい)



Small m_0 squark/gluino > **1.2TeV**

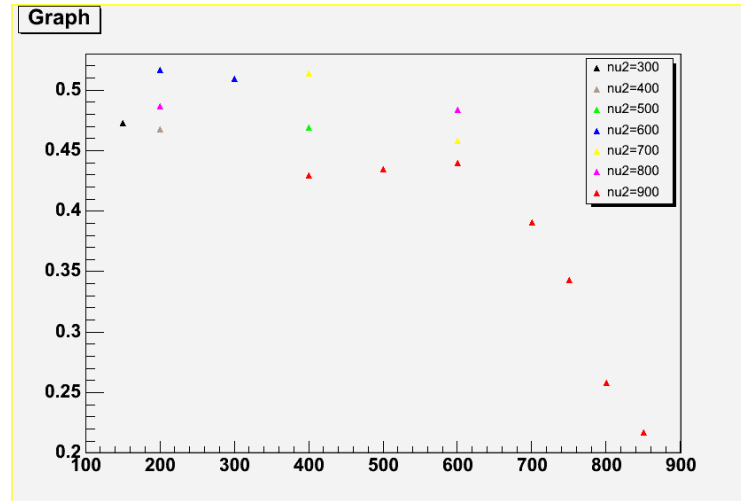
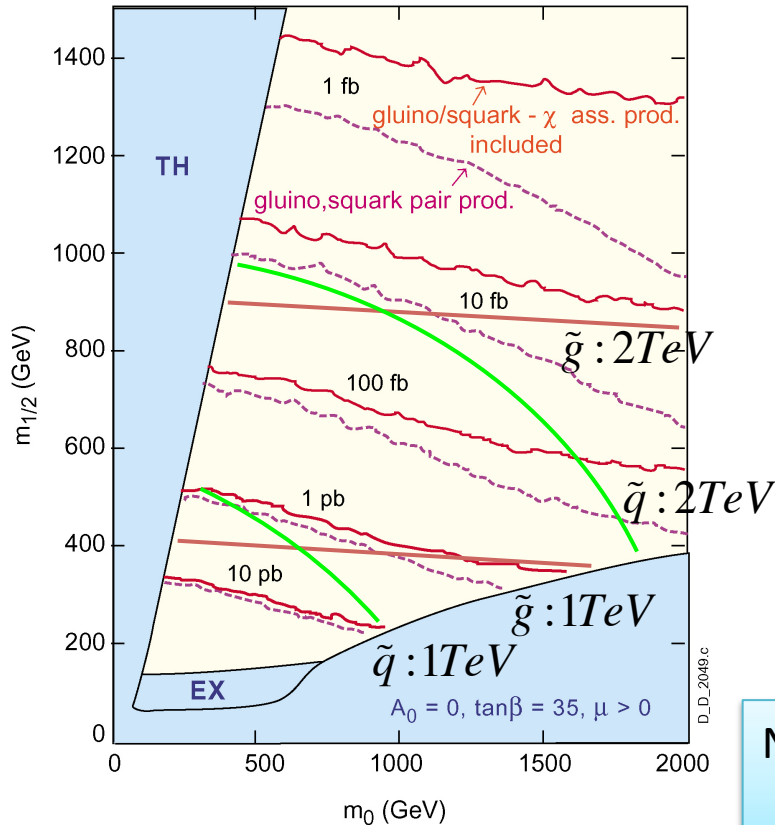
Large m_0 gluino > **750GeV**

LHC results does not depend strongly on SUSY model



生成は mass だけで
きまる。他は α_s

decayパターンでいろいろかわるけど、
結局難しいことしていないので、
HTと mET \rightarrow efficiency や 分布は あんまり変わらない



LSP mass (GeV) for Gluino mass 1TeV

mass difference between LSP and colored mass
is crucial: $\Delta M < 300\text{GeV} \rightarrow$

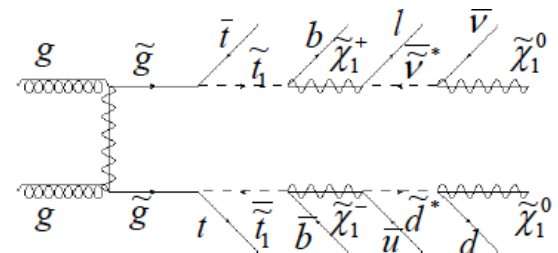
No SUSY found @ LHC (1) heavy colored (2) degenerate
(3) NoSUSY @ TeV scale.

mET + jets with B jet (Stop search)

Stop は naturalness を考えると軽いはず

(A) No Lepton + multijets(≥ 3) + mET + b-jet (at least 1 or 2)
 gluino pair production and gluino \rightarrow top stop
 stop pair production \rightarrow
 stop \rightarrow b chargino (\rightarrow jets + neutralino)

(B) One Lepton + multijets(≥ 3) + mET + bjet (at least 1)
 gluino pair production and gluino \rightarrow top stop
 stop pair production
 stop \rightarrow b chargino (\rightarrow l, ν + neutralino)

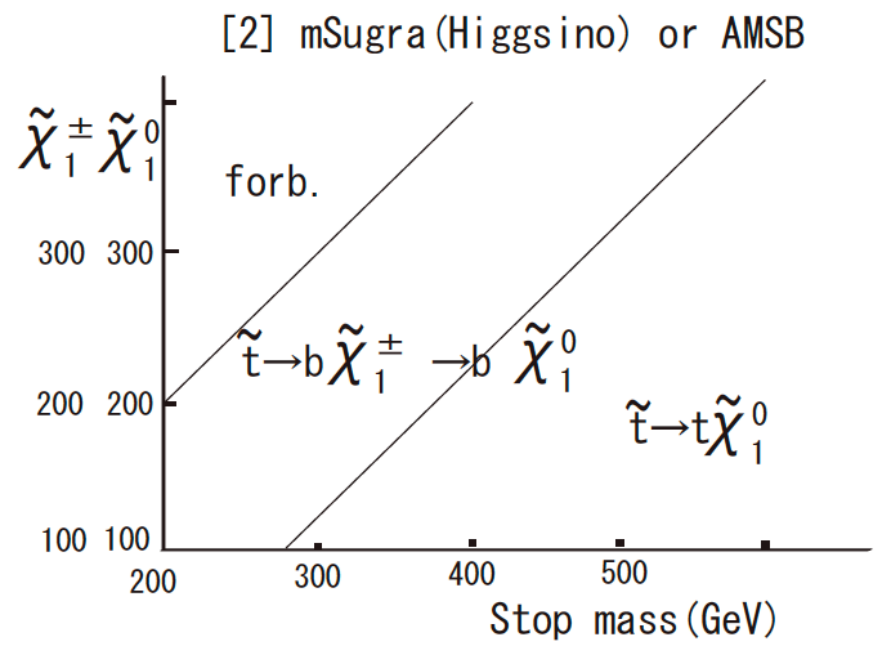
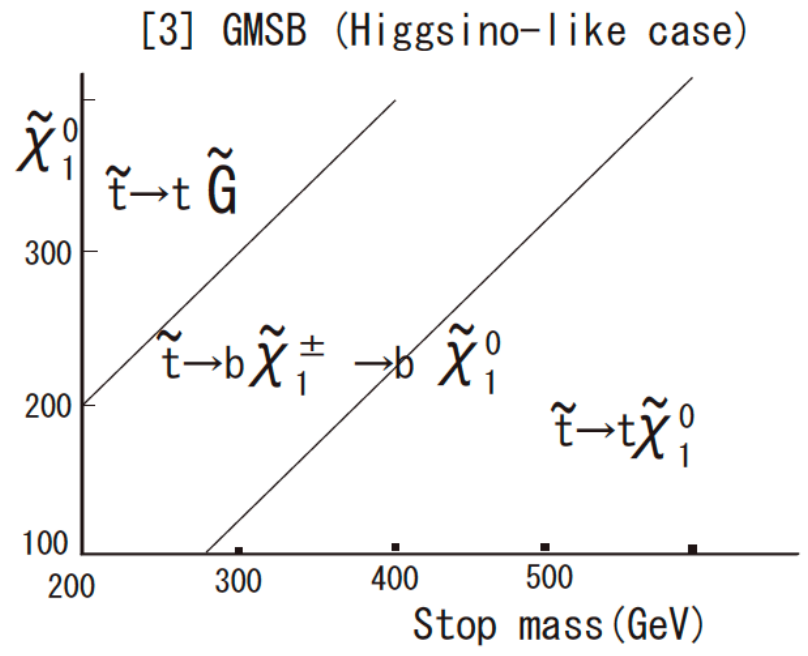
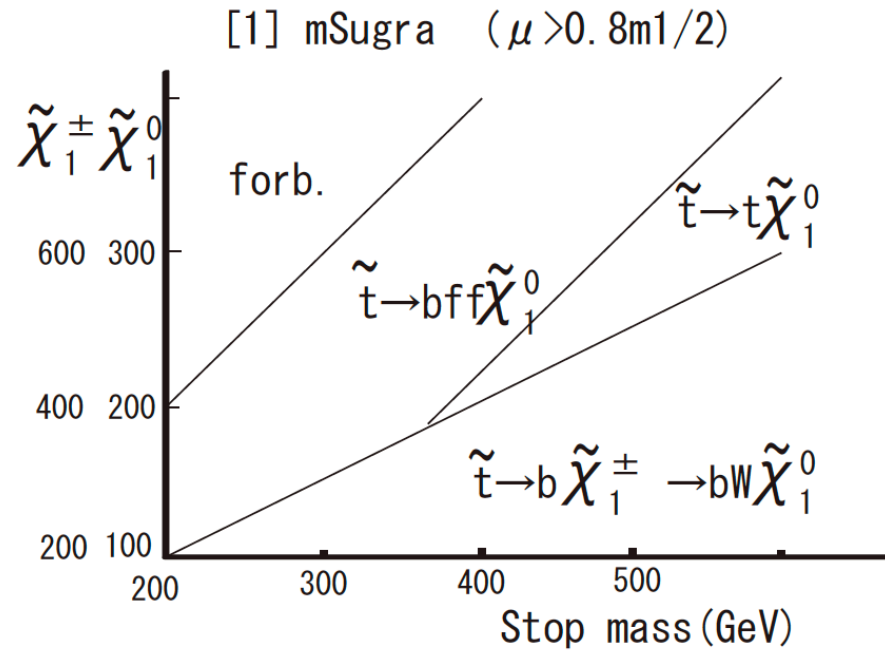
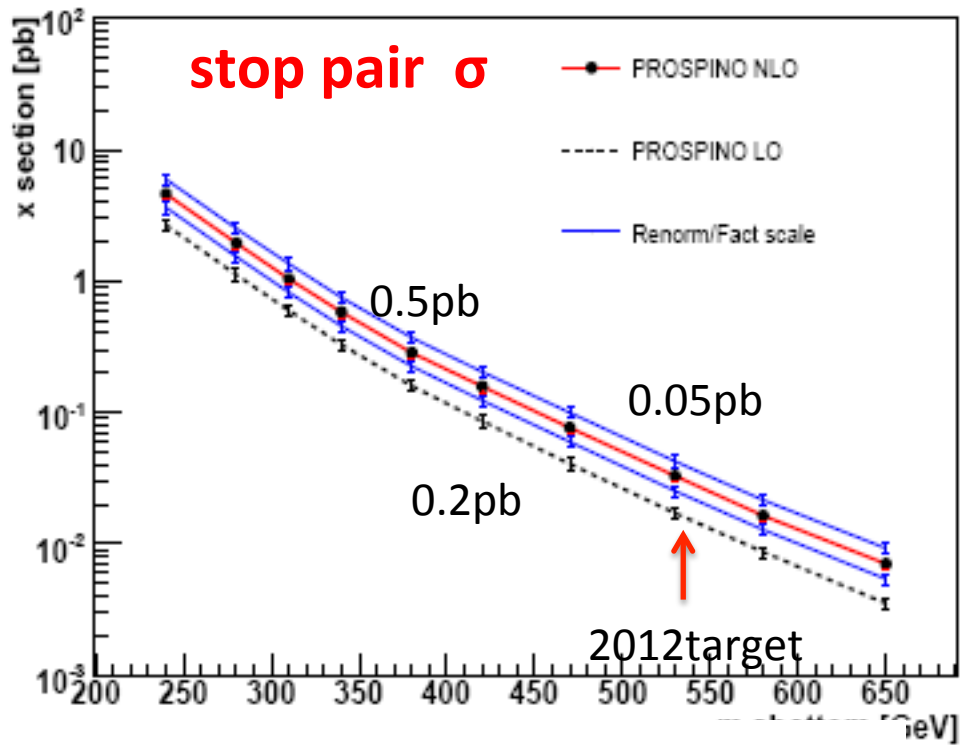


lepton は top から出る。(Bの応用 (B')で SS lepton とするとBG free)

(C) No lepton + 2 b jets + mET
 stop direct production

stop \rightarrow b + chargino (chargino \rightarrow LSP + soft Higgsino/Wino case)

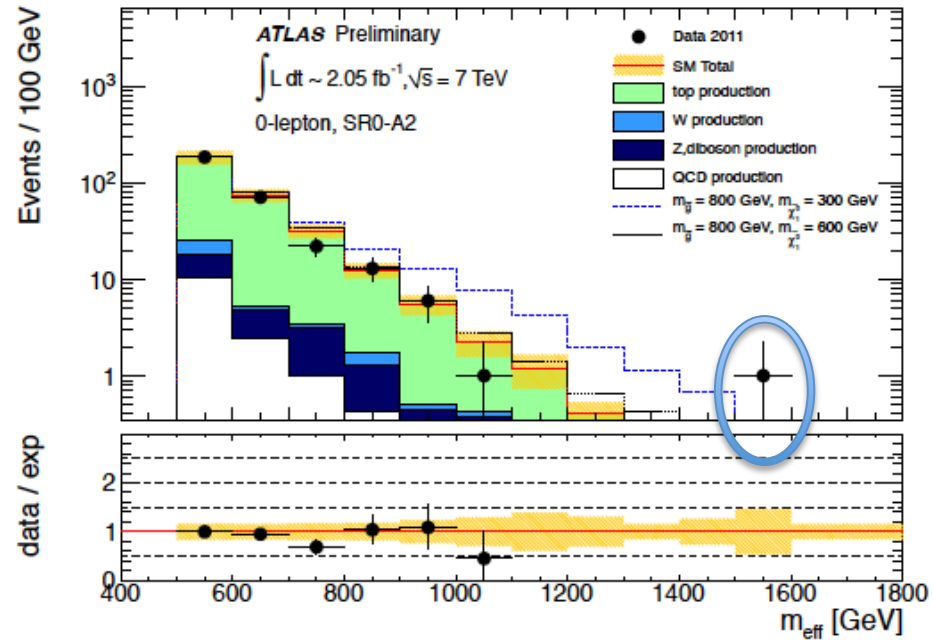
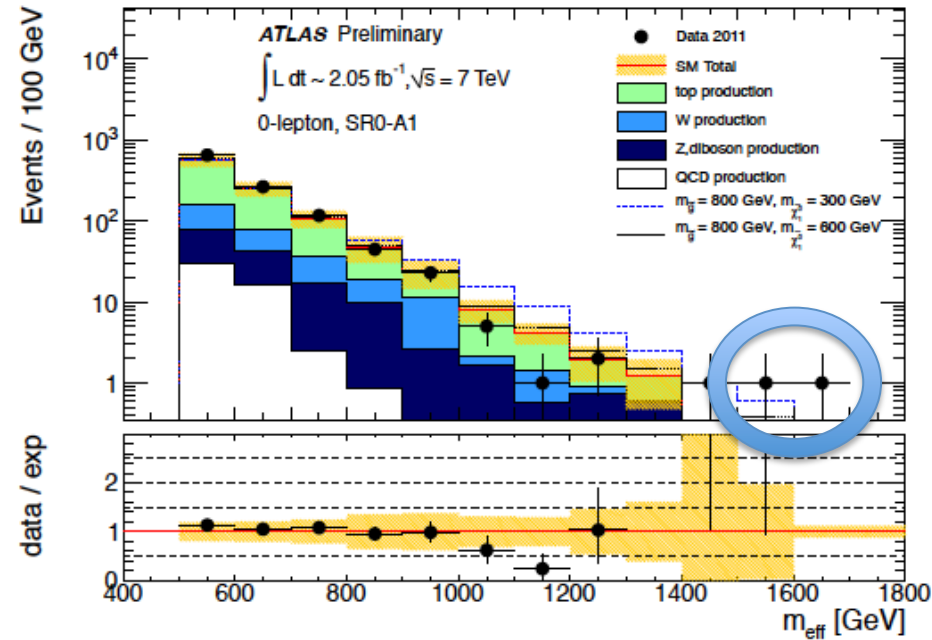
Cの応用 (c')で Neutralino \rightarrow Z/h + Gravitino



Results of Topology A (bjet + No lepton)

At least 3jets(PT>130,50,50) MET>130GeV MET/Meff>0.25 $\Delta\phi>0.4$ Meff>900GeV
 Bjet>=1 Bjet>=2

$L = 2\text{fb}^{-1}$



Data 34 events
 BG 39+-14 (**t 22 W/Z 16**)

Data 8 events
 BG 10 +- 3 (**t 8.1 W/Z 1**)

高いところに candidate

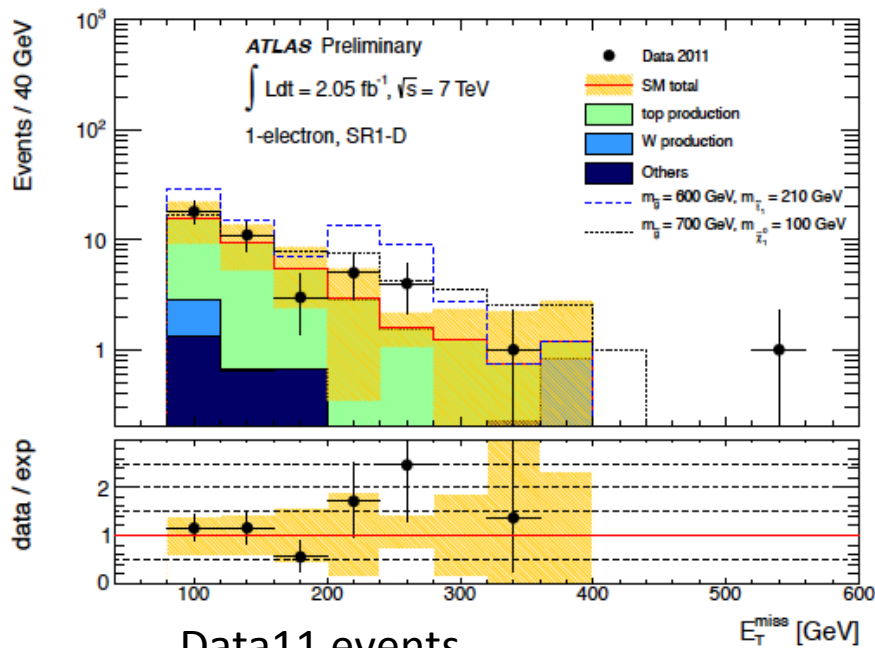
Results of Topology B(bjets+lepton)

Exactly One lepton $PT > 25\text{GeV}$ (electron) $PT > 20\text{GeV}$ (muon)

At least 4jets($PT > 60, 50\text{GeV}$) $MET > 200\text{GeV}$ $MT > 100\text{GeV}$ $M_{\text{eff}} > 700\text{GeV}$

At least 1 b jet

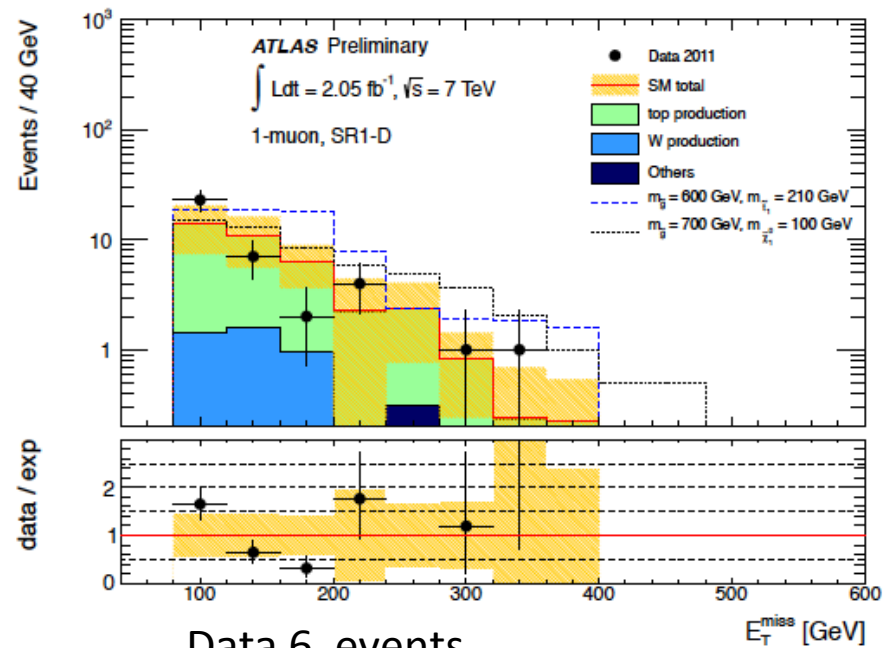
Electron



Data11 events

BG 8.1 +/- 3.4

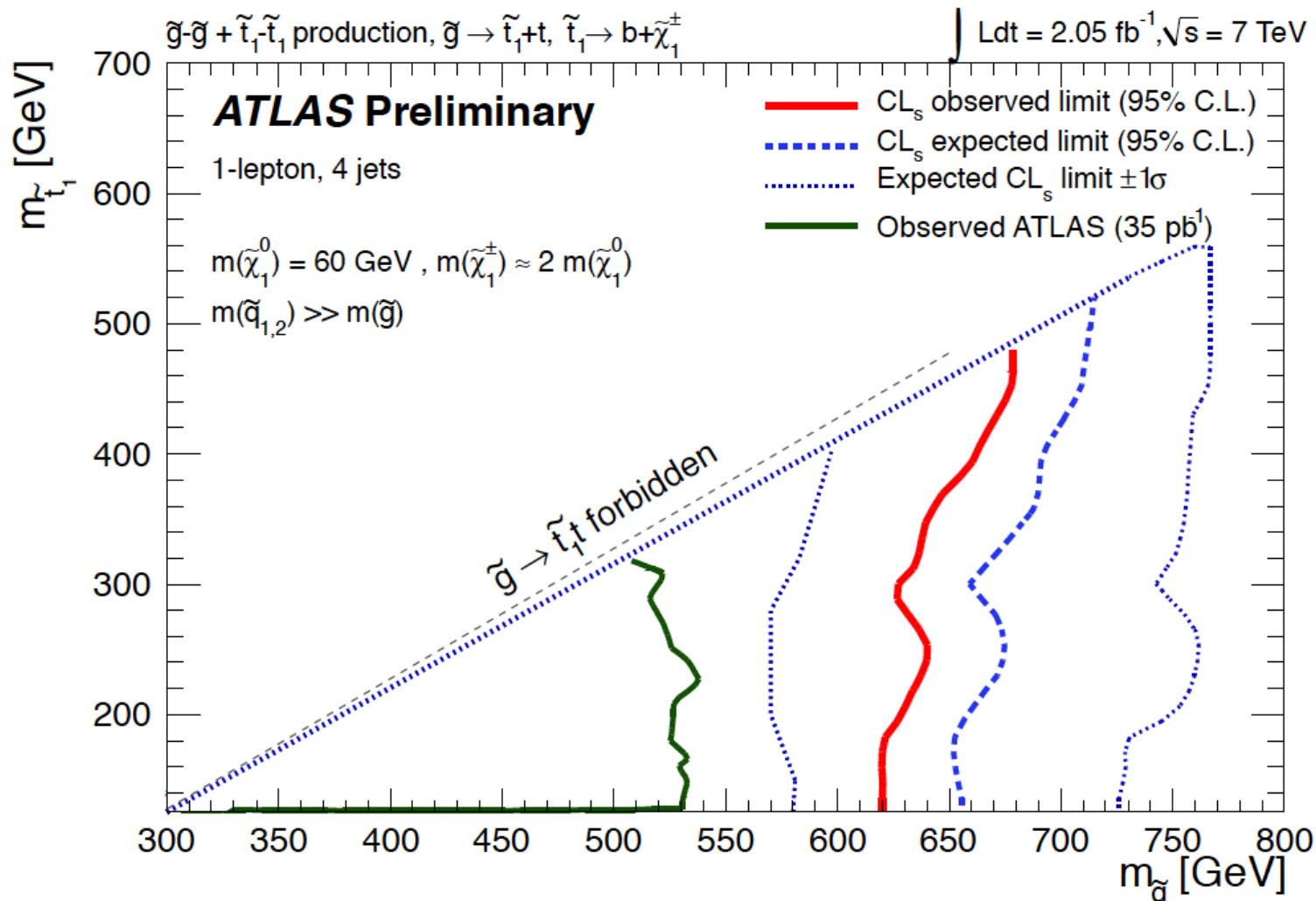
Muon



Data 6 events

BG 6.3 +/- 4.2

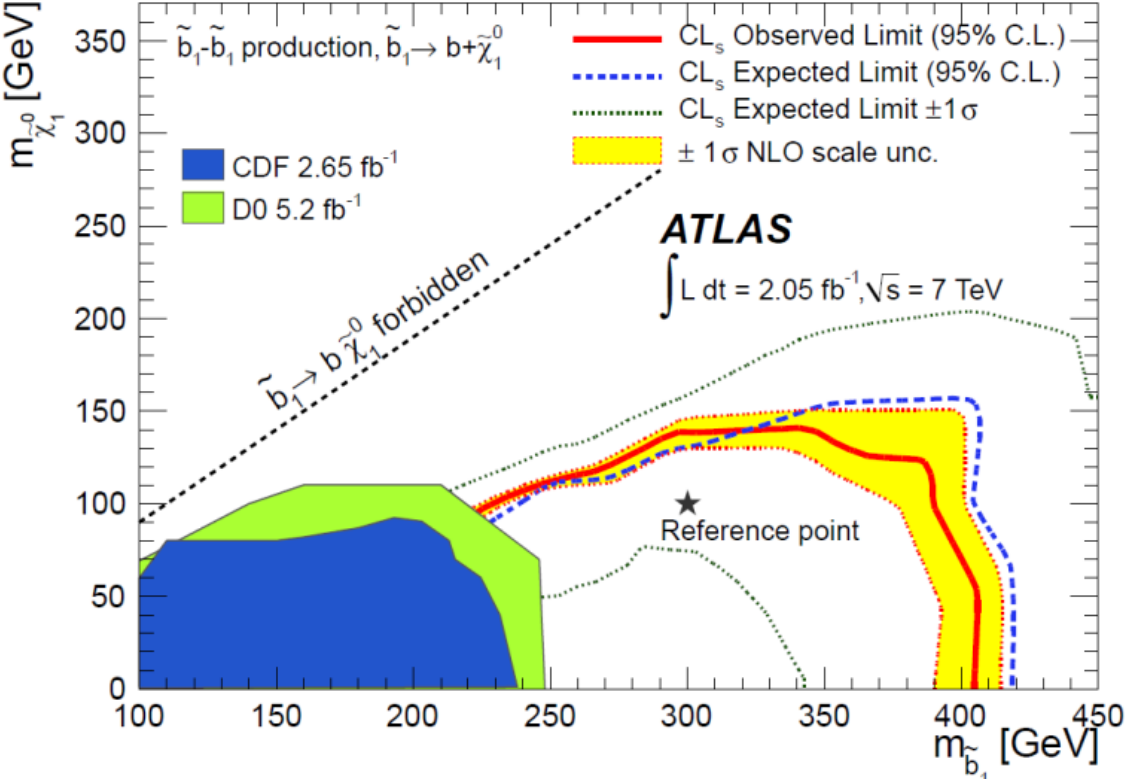
Top is main BG(green) , yellow band shows the systematic error of the estimation.
 JES error and b-tag error are dominant.



Direct Stopでの制限はやっていない。

Results of Topology C (2bjets)

Stop->b+chargino
 (Higgsino/Wino lighter)
 In both case $\Delta M(\text{chargino-neutralino})$ becomes smaller



PT > 130, 50 GeV (no 3rd jet > 50)
 MET > 130 GeV
 $\Delta\phi / \text{MET} / \text{MET}$ (standard susy)
 good 2b jet
 MCT > 150 GeV

Trigger is crucial
 $\Delta M < 200 \text{ GeV}$ is not triggered

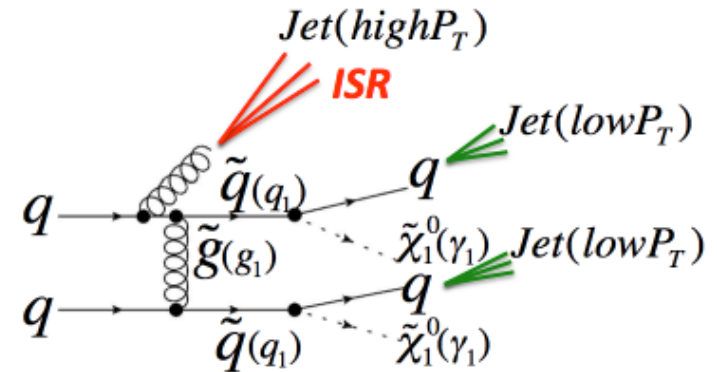
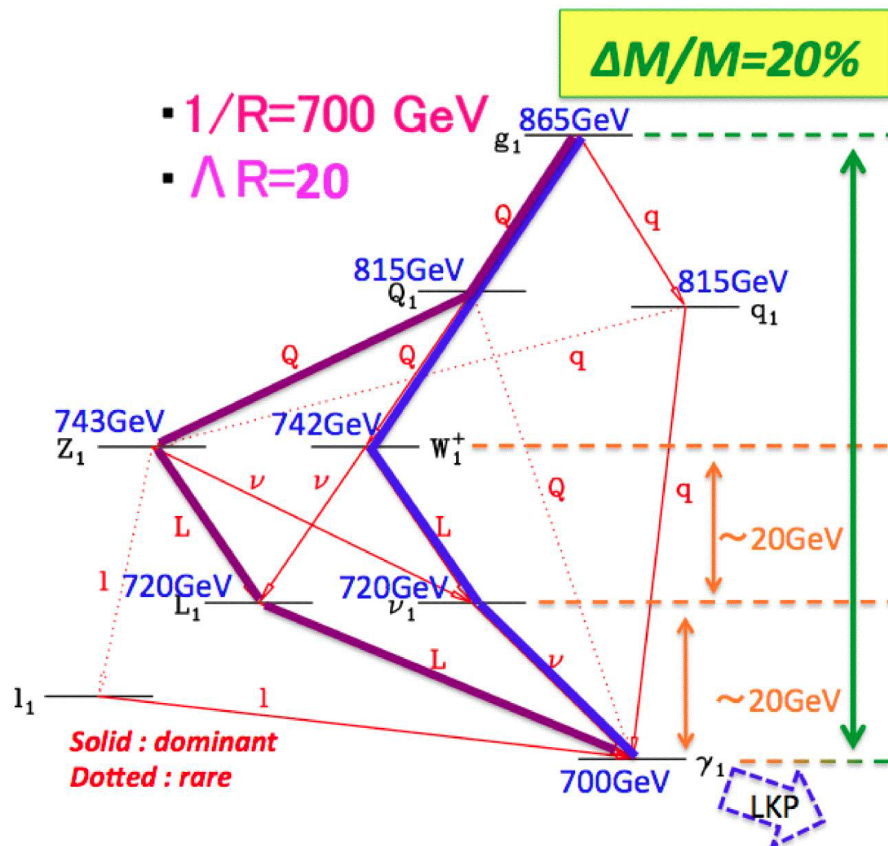
$\Delta M > 300 \text{ GeV}$ が LHC の壁

縮退している場合

$\Delta M < 300\text{GeV}$ で急激に感度がなくなる。LHCの弱点

(3) If all SUSY particles are degenerate same as UED:
jets emitted from the cascade becomes soft.

LHC phenomenology: ISR jet + soft object



ISR Trigger は low efficiency
(~5%)

soft-lepton combined trigger
が役にたつけどまだ入っていない

- (1) multi soft leptons
- (2) soft lepton + jets