

日本物理学会 2010年 秋季大会
九州工業大学

LHC-ATLAS 実験における W+jets 事象の研究

2010年9月14日(火)

林 隆康、金 信弘、原 和彦

筑波大数理

Introduction

MC サンプル

事象選択

QCDnormalization

分布の比較

Introduction

$W(\rightarrow enu) + N \text{ jets}$ 事象の motivation

- ・ Higgs, SUSY, Top などのバックグラウンドとして重要
- ・ 標準模型のテスト
 - pQCD
 - 理論 (LO/NLO) の予測を検証
 - PDF
- ・ 検出器の理解
 - 多重ジェット下でのレプトン, missing ET の再構成
 - ジェット再構成

重心系エネルギー 7 TeV 、積分ルミ/シティ 315.4 nb^{-1} のデータを用いて、 $W(\rightarrow enu) + N \text{ jets}$ 事象についてデータとMCシミュレーションの比較を行った。

MC シミュレーションサンプル

- MCシミュレーションサンプル (full simulation)
 - シグナル :
 - W(\rightarrow enu) + N partons (jets) [N=0, 1, 2, 3, 4, 5] (AlpGen)
 - バックグラウンド :
 - W(\rightarrow tanu) + N partons (jets) [N=0, 1, 2, 3, 4, 5] (AlpGen)
 - Z(\rightarrow ee) + N partons (jets) [N=0, 1, 2, 3, 4, 5] (AlpGen)
 - QCD (Pythia)
 - t \bar{t} bar (PowHeg)

| MC Sample | Cross section (nb ⁻¹) | Filter Efficiency |
|-----------------|-----------------------------------|-------------------|
| AlpGenWenuNp0 | 6.8705 | |
| AlpGenWenuNp1 | 1.2930 | |
| AlpGenWenuNp2 | 0.37660 | |
| AlpGenWenuNp3 | 0.10129 | |
| AlpGenWenuNp4 | 0.025246 | |
| AlpGenWenuNp5 | 0.0071239 | |
| AlpGenWtaunuNp0 | 6.8733 | |
| AlpGenWtaunuNp1 | 1.2952 | |
| AlpGenWtaunuNp2 | 0.37507 | |
| AlpGenWtaunuNp3 | 0.10177 | |
| AlpGenWtaunuNp4 | 0.025756 | |
| AlpGenWtaunuNp5 | 0.0079916 | |
| AlpGenZeeNp0 | 0.66410 | |
| AlpGenZeeNp1 | 0.13299 | |
| AlpGenZeeNp2 | 0.040226 | |
| AlpGenZeeNp3 | 0.011138 | |
| AlpGenZeeNp4 | 0.0028925 | |
| AlpGenZeeNp5 | 0.00075343 | |
| Pythia JF17 | 1147200 | 0.085170 |
| PowHegTTbar | 0.14581 | 0.54261 |

事象選択

- ≥ 1 Primary Vertex with ≥ 3 tracks & $|Z_{vtx}| < 150$ mm

Wの選択

- **Electron**
 - Trigger : L1_EM14
 - $|Eta_{cluster}| < 2.47$ (crack 領域1.37-1.52 は除外)
 - $ET_{cluster} > 20$ GeV
- **Tightな選択によるElectron数 == 1**
(Z-vetoのため)
- **missing ET > 25 GeV**
- **W $M_T > 40$ GeV**

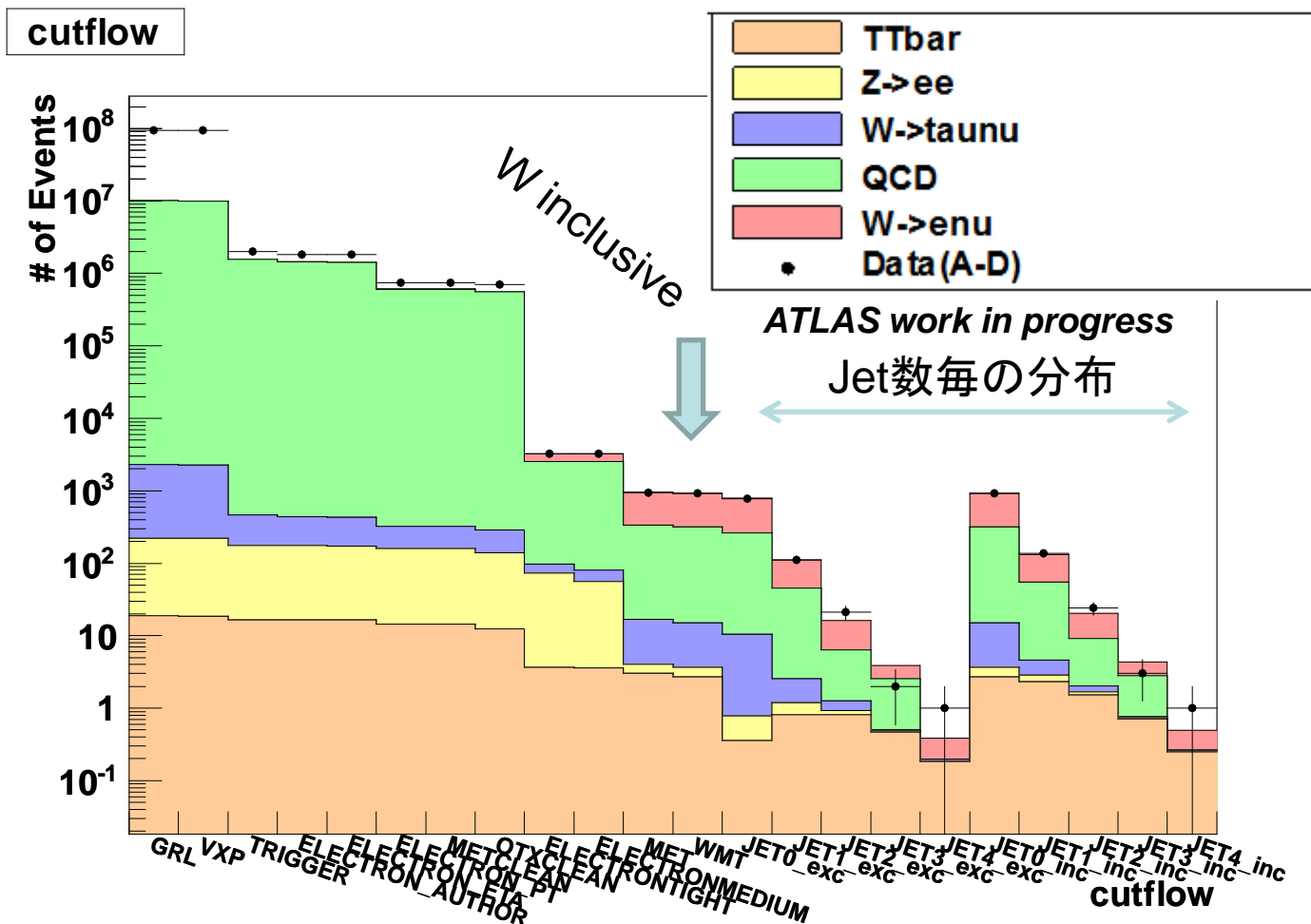
JETの選択

- **AntiKt4H1TopoJets**
- $|\eta| < 2.8$
- $p_T > 20$ GeV/c
- **Jet energy : (EM scale jet energy) \times (jet energy scale)**

Cut Flow (Cutの詳細は省略)

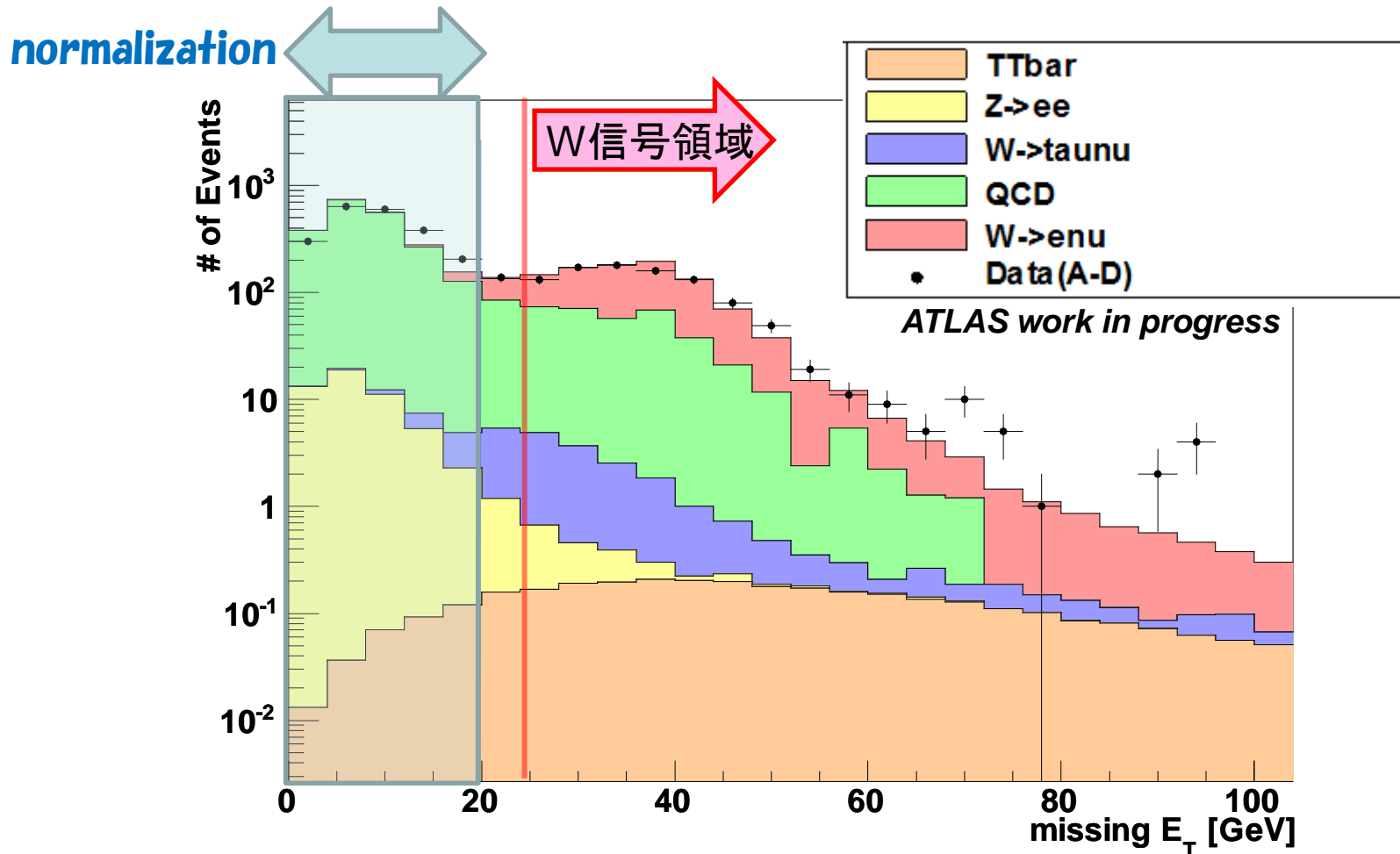
MC は積分ルミノシティで規格化

QCD MC サンプルは missing ET 分布を用いて規格化(次頁)



QCD Normalization

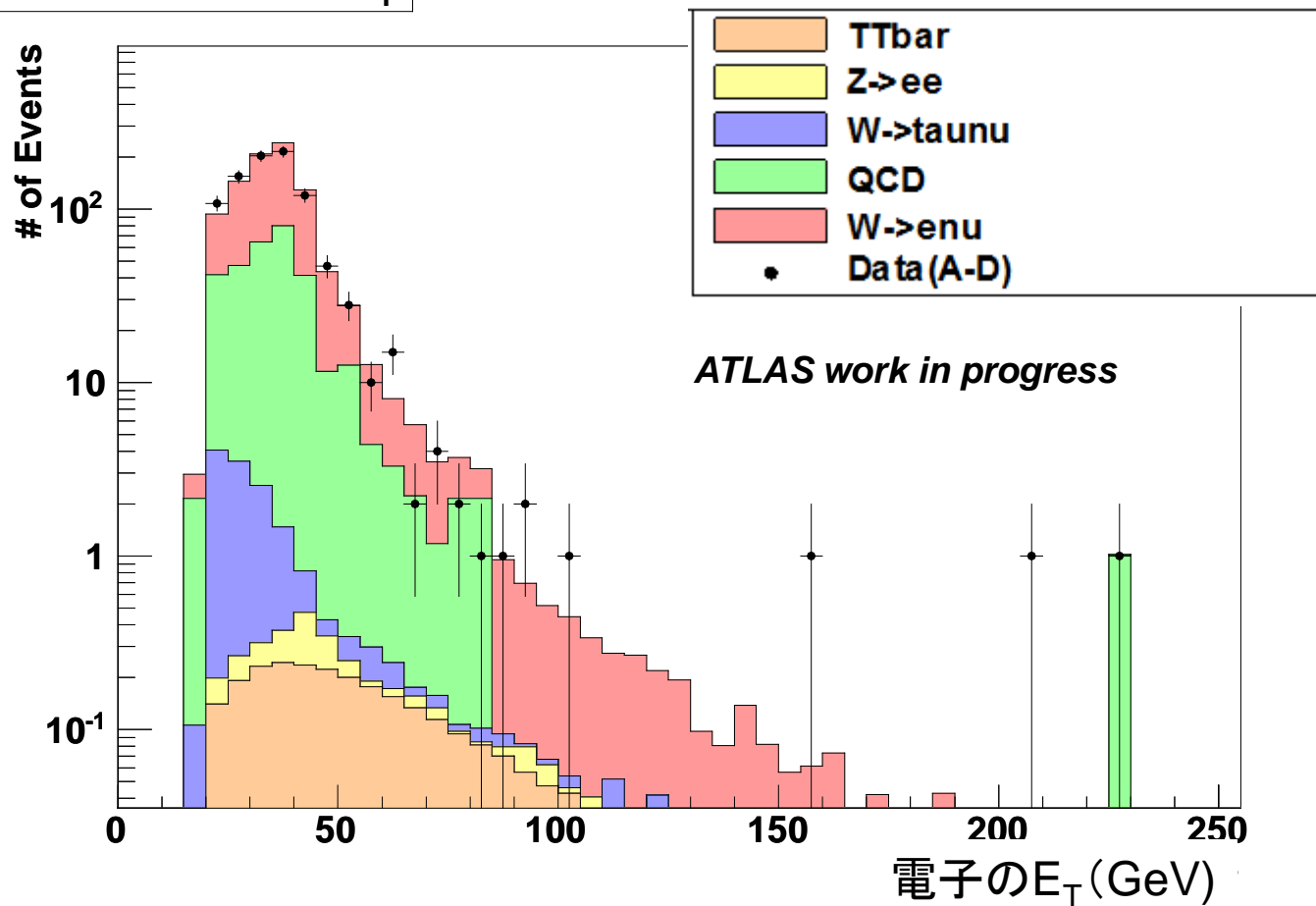
- QCD が支配的な、missing $E_T < 20$ GeV の事象数で QCD シミュレーションサンプルを規格化
- W信号領域でのmissing ET 分布は、データとMCでほぼ一致



Electron p_T

W選択を通過した事象の電子候補の E_T 分布
良く一致している。

Electron cluster E_T



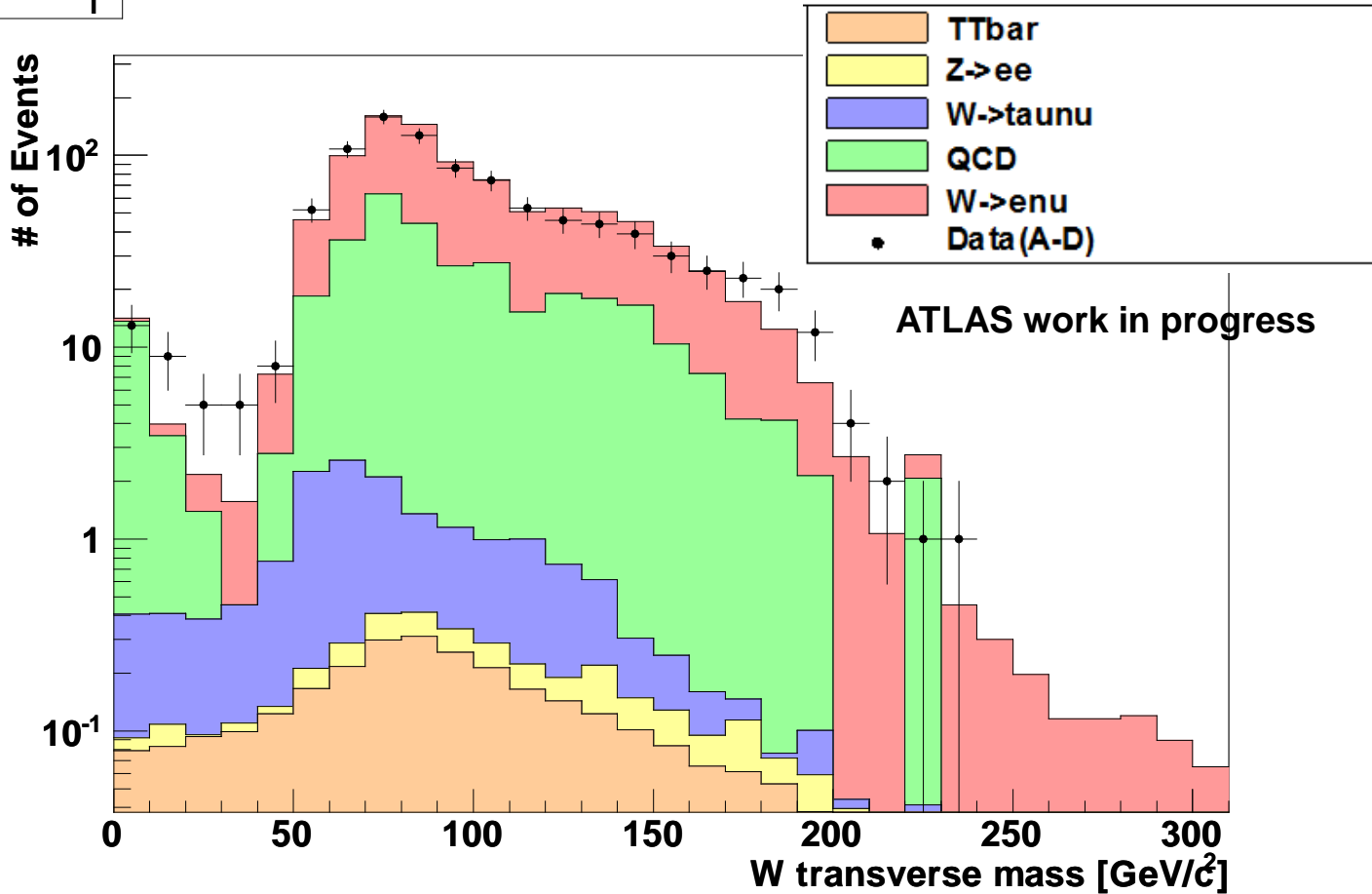
$M_T(W)$ 分布

W の transverse mass

$$(m_T^W)^2 = (E_T^e + E_T^{\text{miss}})^2 - (\mathbf{p}_T^e + \mathbf{p}_T^{\text{miss}})^2$$

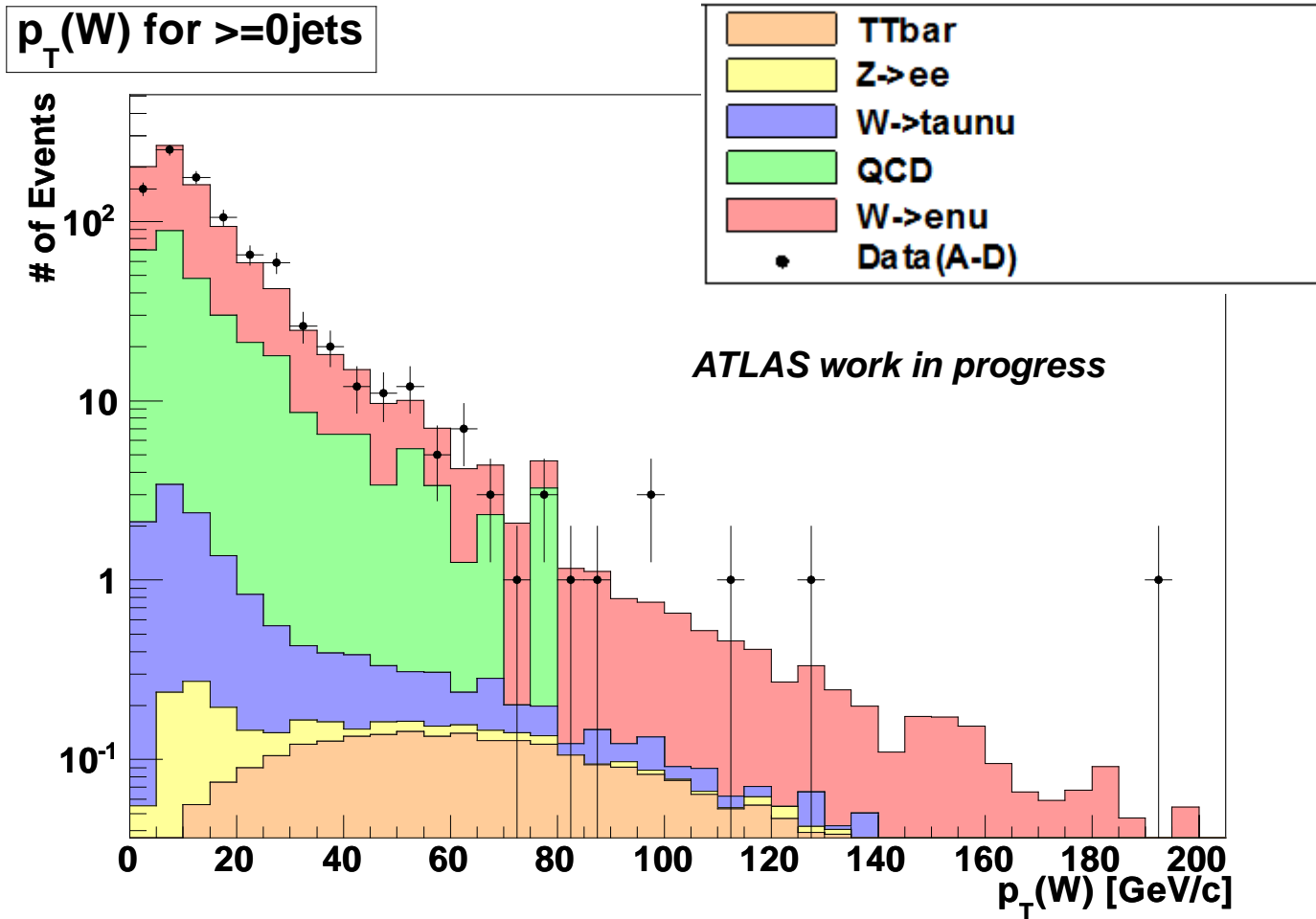
$$\simeq 2p_T^e p_T^{\text{miss}} (1 - \cos(\Delta\phi_{e,\text{miss}}))$$

$W M_T$



$M_T > 40 \text{ GeV}/c^2$ で良く一致

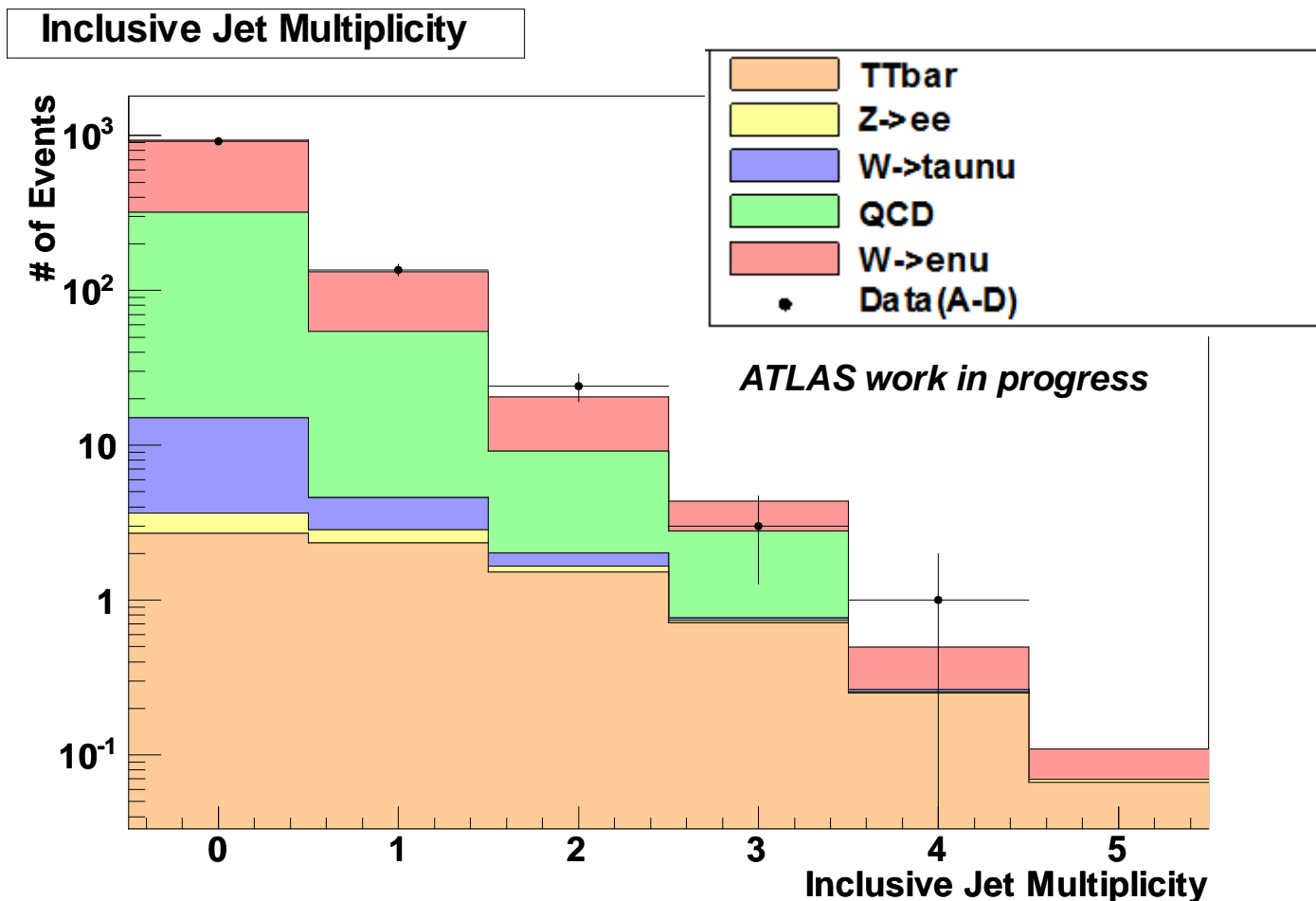
$p_T(W)$ 分布



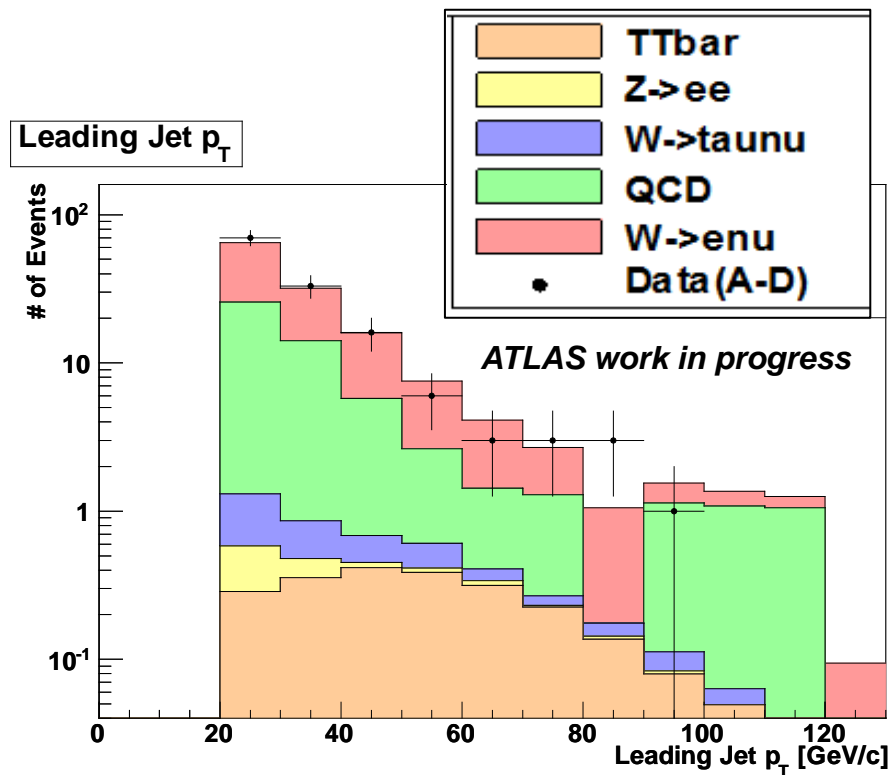
W の transverse momentum も良く一致

Jet数 ($>20\text{GeV}/c$) 分布

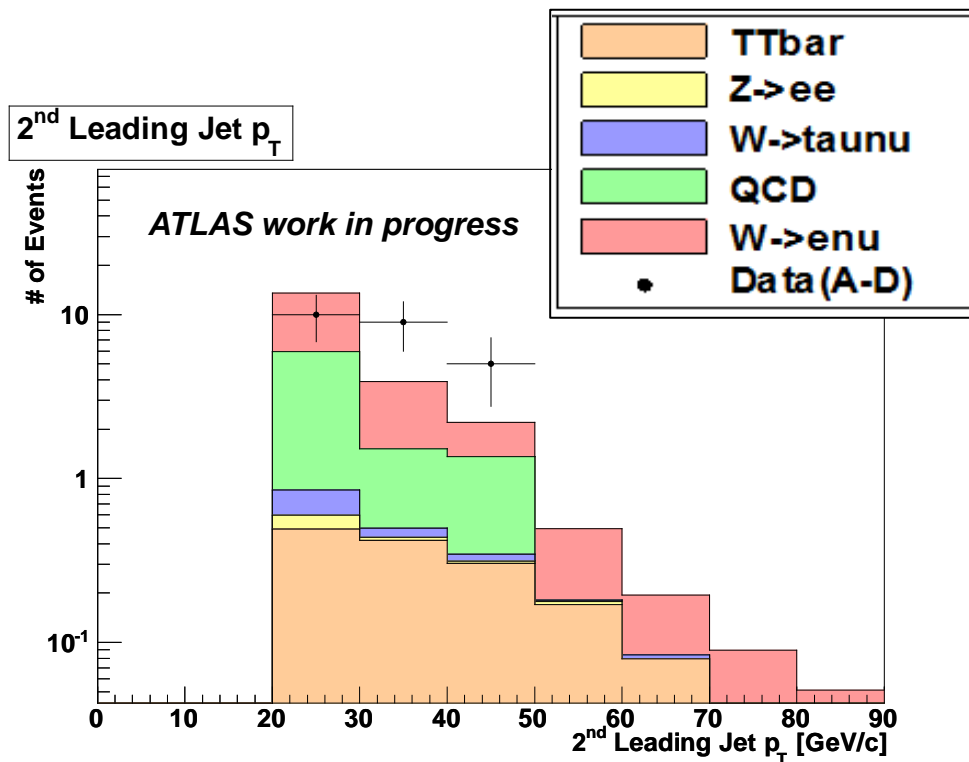
ジェット数分布 (inclusive)
よく一致している。



Jet p_T 分布



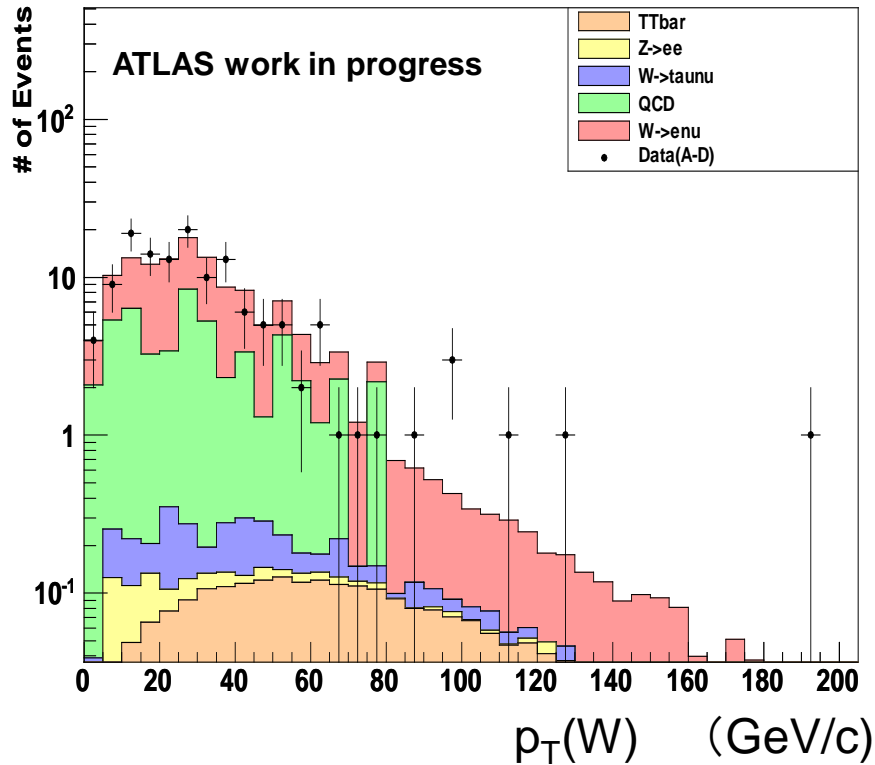
leading jet の p_T 分布は良く一致している。



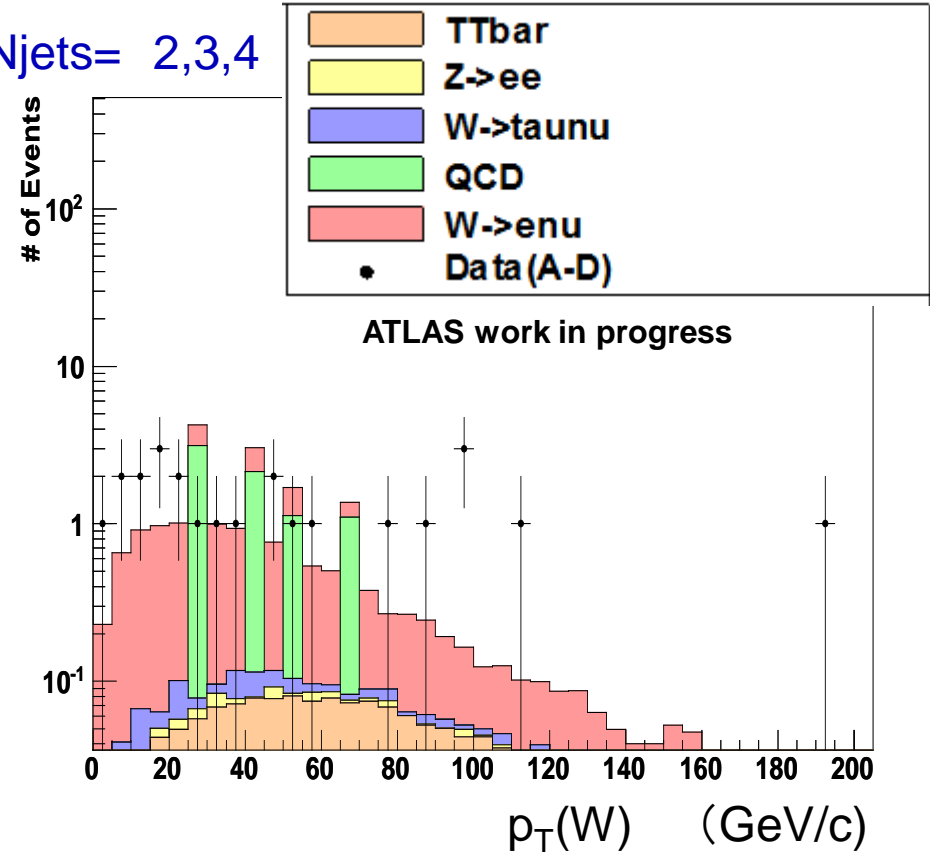
2nd leading jet の p_T 分布は統計が必要。

$p_T(W)$ 分布 - Jet数別

$N_{jets}=1,2,3,4$



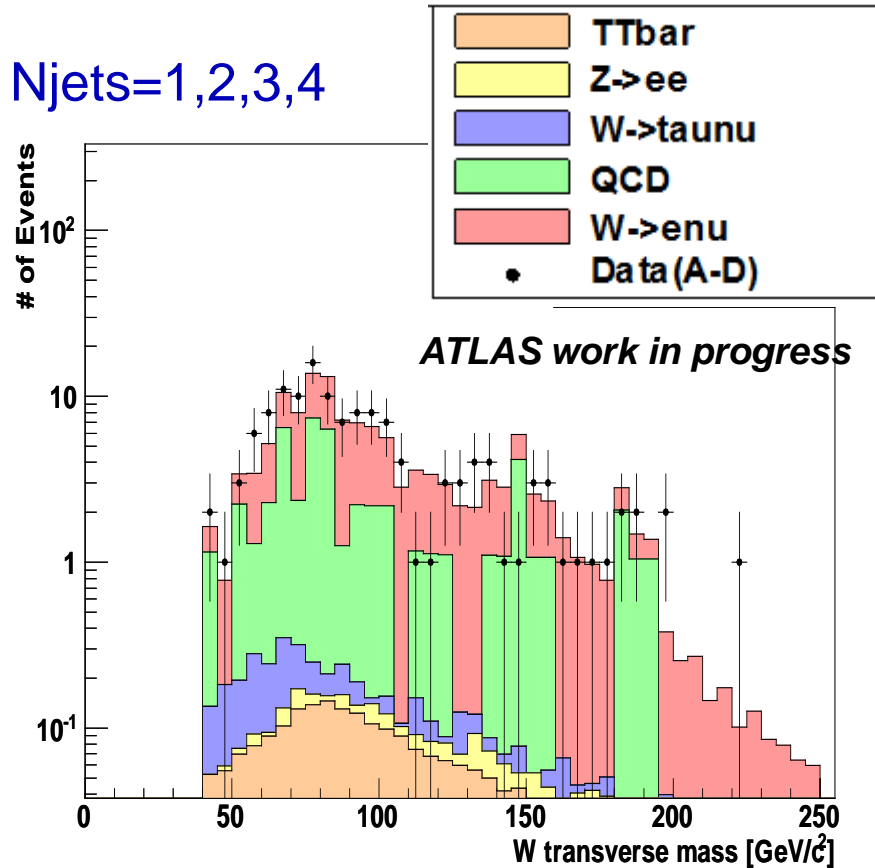
$N_{jets}= 2,3,4$



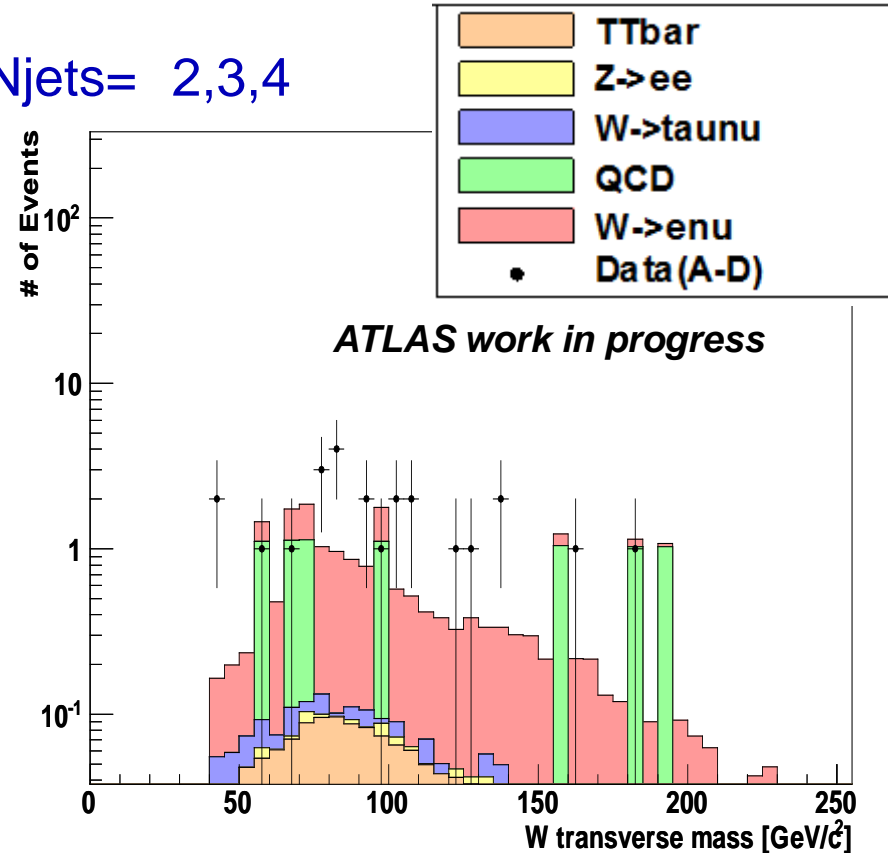
統計の範囲内で、一致は良い

$M_T(W)$ 分布 - Jet数別

Njets=1,2,3,4

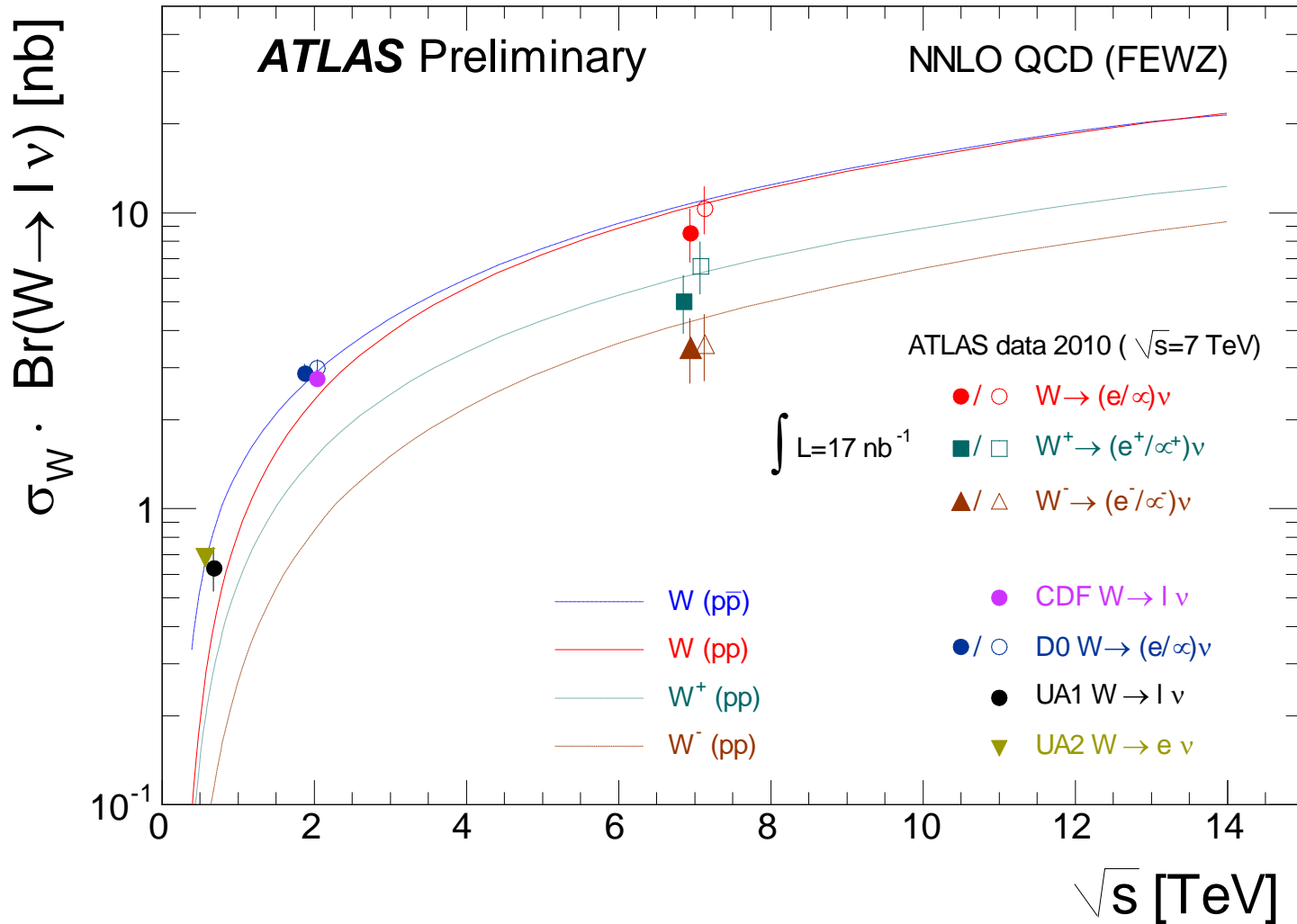


Njets= 2,3,4



統計の範囲内で、一致は良い

W cross section (ATLAS preliminary)



W断面積(charge毎でも)は、NNLO計算と一致

まとめ、今後

まとめ

- ・ 重心系エネルギー 7 TeV、積分ルミノシティ 315.4 nb^{-1} のデータと MC サンプルの比較を行った。
- ・ データと MC (W=ALPGEN) で一定の一致が得られた。
- ・ $N_{\text{jet}} \geq 2$ での統計数はまだ乏しい。

今後

- ・ pileup (Luminosityに依存) の影響の評価
- ・ QCD normalization の方法を検討
 - ⇒ Jet数ごとのW cross section の測定
 - ⇒ $N_{\text{jet}} \geq 2$ の統計数を増やし、ほかのGeneratorも含めて詳細な kinematics分布の比較
 - ⇒ トップ測定のためのbackground評価

Backup

ジェットの定義

- **AntiK4H1TopoJets**
- **Jet energy : (EM scale jet energy) × (jet energy scale)**
- **EM scale の eta, phi を使用。**
- **$|\eta| < 2.8$**
- **$p_T > 20 \text{ GeV}/c$**
- **Jet cleaning**
 - **以下の “bad jet” と “ugly jet” はジェットとして数えない。**
 - **bad jet**
 - **$n_{90} \leq 5 \ \&\& \ \text{HEC fraction} > 0.8$**
 - **$|\text{jet quality}| > 0.8 \ \&\& \ \text{emf} > 0.95$**
 - **$|\text{jet timing}| \geq 50 \text{ ns}$**
 - **ugly jet**
 - **TileGap3 energy fraction > 0.5**
 - **Energy fraction in dead cells and receiving a large corrections:
BCH_CORR_CELL > 0.5**

Jet Cleaning Parameters

- **n_{90}**
 - **the number of energy-ordered cells accounting for at least 90% of the jet energy**
- **f_{HEC}**
 - **jet-energy fraction in the HEC calorimeter**
- **f_{EM}**
 - **jet-energy fraction in the EM calorimeter**
- **f_{quality}**
 - **the fraction of jet energy from bad-quality calorimeter cells**
- **t_{jet}**
 - **jet timing**
- **f_{cor}**
 - **the fraction of the electromagnetic scale jet energy from cells within the jet which are included within in the list of problematic cells in the detector data-base, which are either dead or masked**
- **f_{TG3}**
 - **the fraction of jet energy in the gap scintillators known as the TileGap3 layer**