

---

# LHC-ATLAS 実験における ダイレプトン終状態を用いた トップクォーク対生成測定

奥村恭幸

名古屋大学 理学研究科

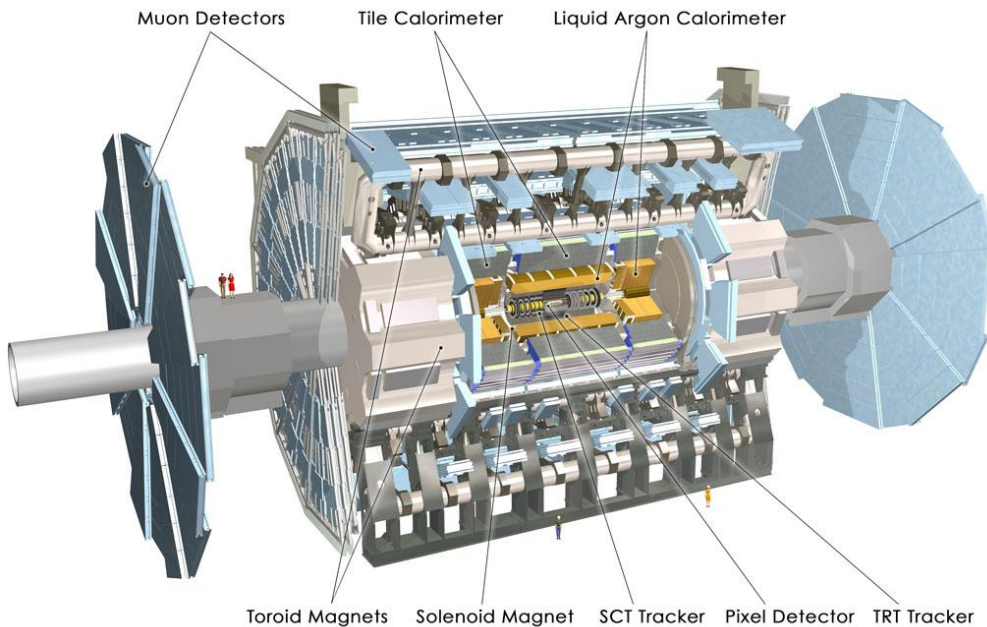
戸本誠, ATLAS Top Working Group

# LHC加速器実験と ATLAS検出器

## • LHC 実験

### – 陽子-陽子衝突実験

- 重心系エネルギー **7 TeV**
- 2010 年より本格稼働

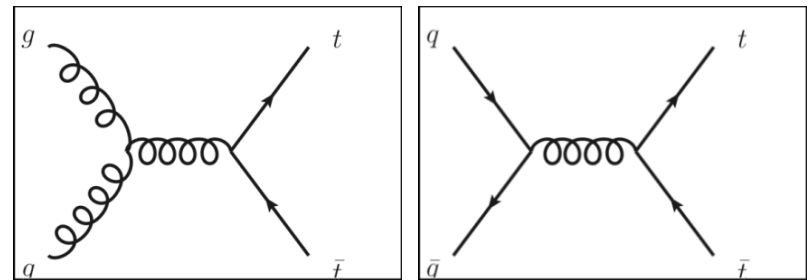


## ATLAS 検出器

- 飛跡検出器
- カロリメータ (EM/H-Cal)
- ミューオン検出器

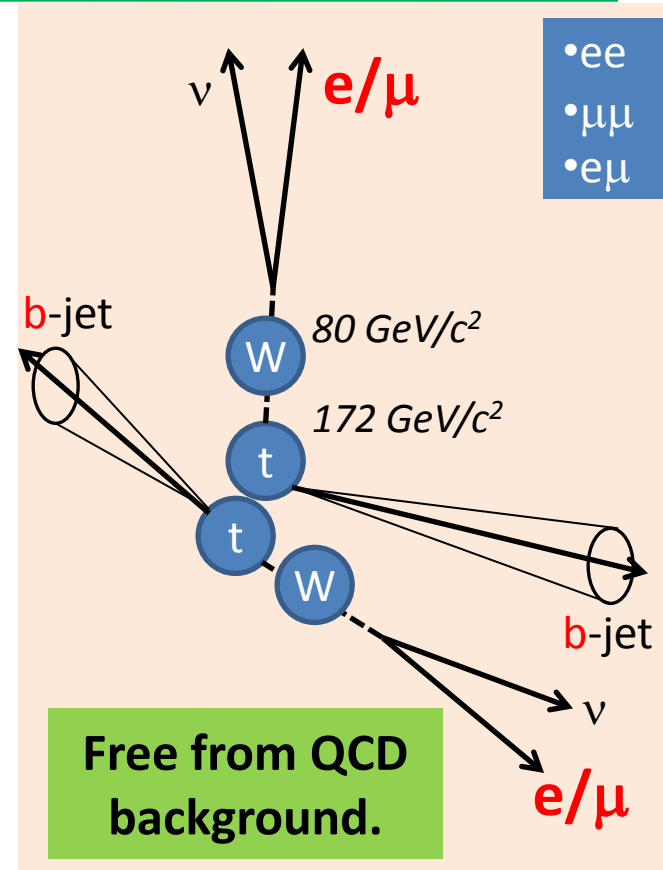
# トップクォーク @ LHC

- トップクォークの特徴
  - 最大質量の素粒子 (172GeV)
  - 短寿命 ( $\tau \ll \Lambda^{-1}_{\text{QCD}}$ )
  - ヒッグス粒子と強いカップリング
- トップクォーク生成 @ LHC
  - NNLO QCD  $\sigma_{tt}$  prediction = 165pb
    - Gluon-gluon fusion
    - Quark-quark annihilation
- トップクォーク対生成断面積・崩壊分岐比測定 の役割
  - 標準模型を超えた物理への感度
    - $qq \rightarrow Z' \rightarrow tt$  生成過程
    - $t \rightarrow bH^+$  崩壊過程
  - 標準模型の良いテスト (摂動 QCD の精密検証)



# ダイレプトン終状態を用いた解析

- 候補事象の選別.
  - 2本のレプトンをタグに信号を検出.
    - 高い運動量.
    - 他に随伴するハドロンがないこと. (Isolation 条件)
  - 背景事象との分離のための Veto
    - z不変質量を作るダイレプトン事象
    - 横運動量のアンバランス (Missing ET) が小さい事象
    - ジェットが二本以上ない事象
- 105 Observed events (2010 data)**
  - ee **16**,  $\mu\mu$  **31**,  $e\mu$  **58** events.



## 生成断面積の測定

$$\sigma_{tt} \times BR(l\bar{l}) = \frac{N_{\text{observed}} - N_{\text{background}}}{\mathcal{A}} \times \frac{1}{\mathcal{L}}$$

- 観測事象数. 背景事象数. 信号事象に対するアクセプタンス. ルミノシティを正確に把握して、評価.

# ダイレプトン tt 事象の候補

$e\mu$  候補

High momentum  
Muon track  
(Muon detector)

High Energy  
jet 1 (Calorimeter)

High Energy  
jet 2 (Calorimeter)

High Energy Electron  
(EM-Calorimeter)

Missing ET  
(Imbalance of total  
transverse energy )

 **ATLAS**  
EXPERIMENT

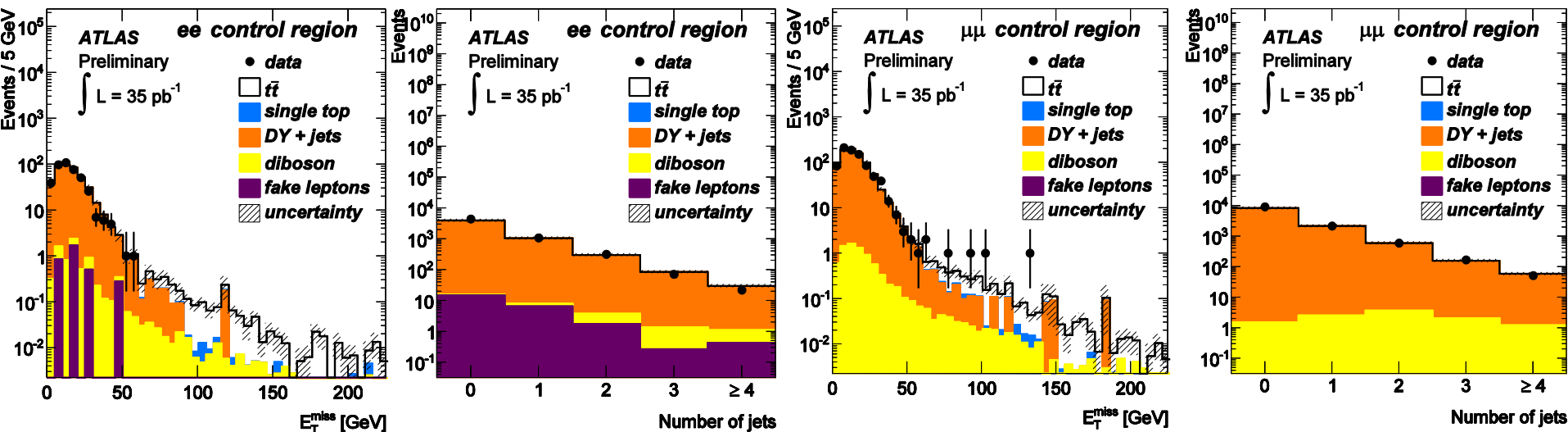
Run Number: 160958, Event Number: 9038972

Date: 2010-08-08 11:01:12 BST



# 検出器の理解 (ee/ $\mu\mu$ チャンネル)

- 検出器の“効率”、“分解能”をデータより測定し、シミュレーションに対する補正ファクターを評価
- Z ボソン過程を用いた妥当性の検証
  - 解析に用いる信号領域と直交する Z ボソンコントロール領域を利用.
  - 高い統計でシミュレーションと実験データの比較



Missing ET、jet 数分布が正確に MC で再現

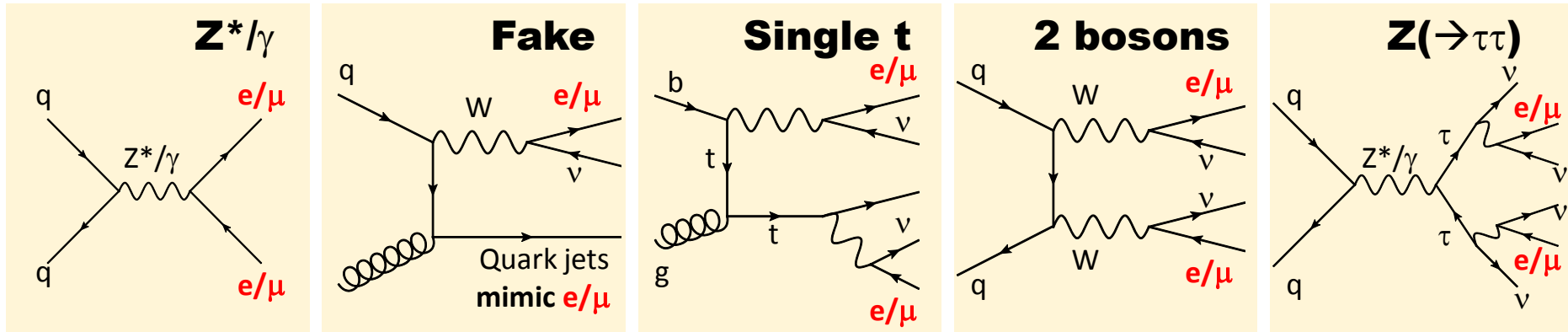
# 信号事象に対するアクセプタンス評価

- 検出器の性能を反映したシミュレーションを用いて評価
  - 終状態粒子の運動学的特徴をシミュレーションを用いて評価
  - 検出器性能を実機データから評価.
    - 検出器の検出効率、運動量・エネルギー測定のスケーリング分解能
- 評価の安定性の確認
  - 検出器の性能評価における不定性
  - シミュレーションのモデリングに対する不定性.

Channel	Acceptance estimation.
<b>ee</b>	<b>11.7 ± 1.4%</b>
<b>μμ</b>	<b>20.5 ± 1.5%</b>
<b>eμ</b>	<b>24.3 ± 1.9%</b>

# 背景事象数の評価

- ダイレプトン解析における背景事象の候補

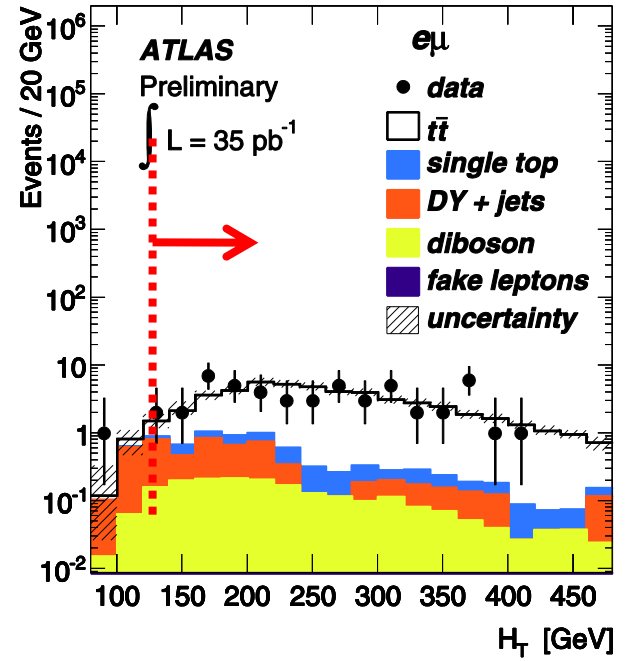
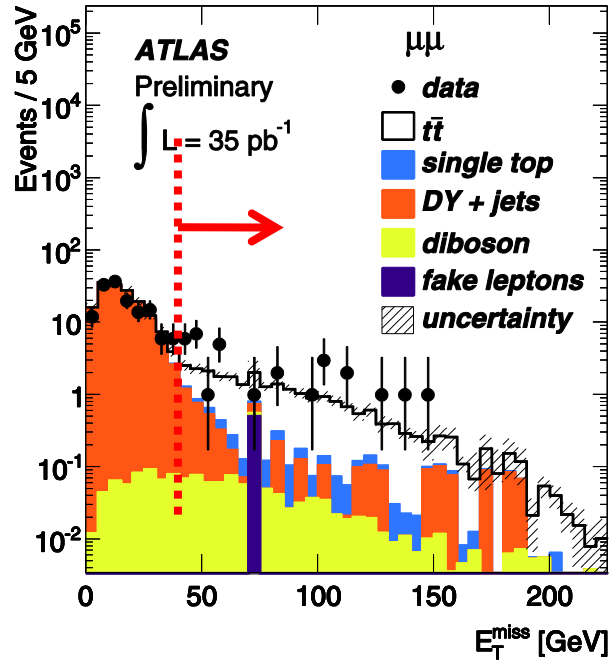
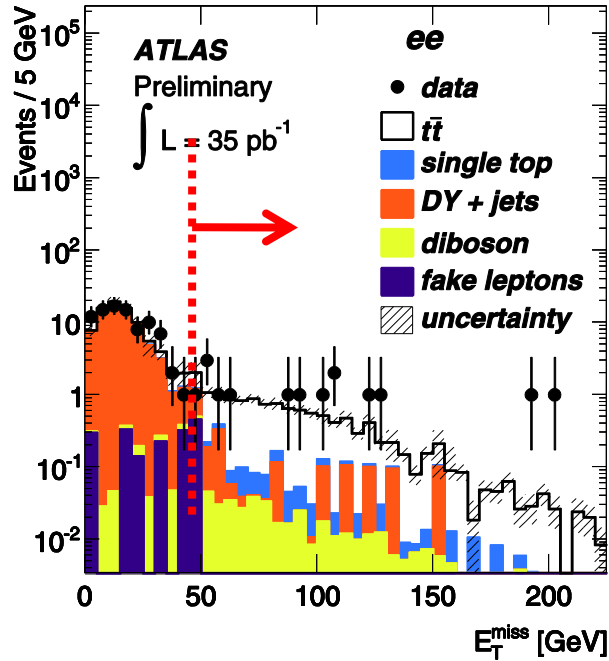


Channel	DY	Fake	Single top	WW/WZ/ZZ	Z( $\rightarrow\tau\tau$ )
ee	1.2	0.8	0.7	0.5	0.4
$\mu\mu$	3.4	0.5	1.3	0.9	1.2
$e\mu$	-	3.0	2.5	2.1	3.2

- 背景事象数の評価結果
  - ee : **3.5 ± 1.1 events**
  - $\mu\mu$  : **7.3 ± 1.7 events**
  - $e\mu$  : **10.8 ± 3.4 events**



# 検出事象数の評価



	Data	BG	Signal Prediction
<b>ee</b>	<b>16</b>	$3.5 \pm 1.1$	$11.5 \pm 1.3$
$\mu\mu$	<b>31</b>	$7.3 \pm 1.7$	$20.1 \pm 1.7$
<b>e<math>\mu</math></b>	<b>58</b>	$10.8 \pm 3.4$	$47.4 \pm 4.0$

# 生成断面積評価

- 系統誤差 : 合計=10%

- ジェット再構成 : 5%
- レプトン再構成 : 4%
- Fake lepton 背景事象 : 4%
- パartonシャワーモデル : 4%

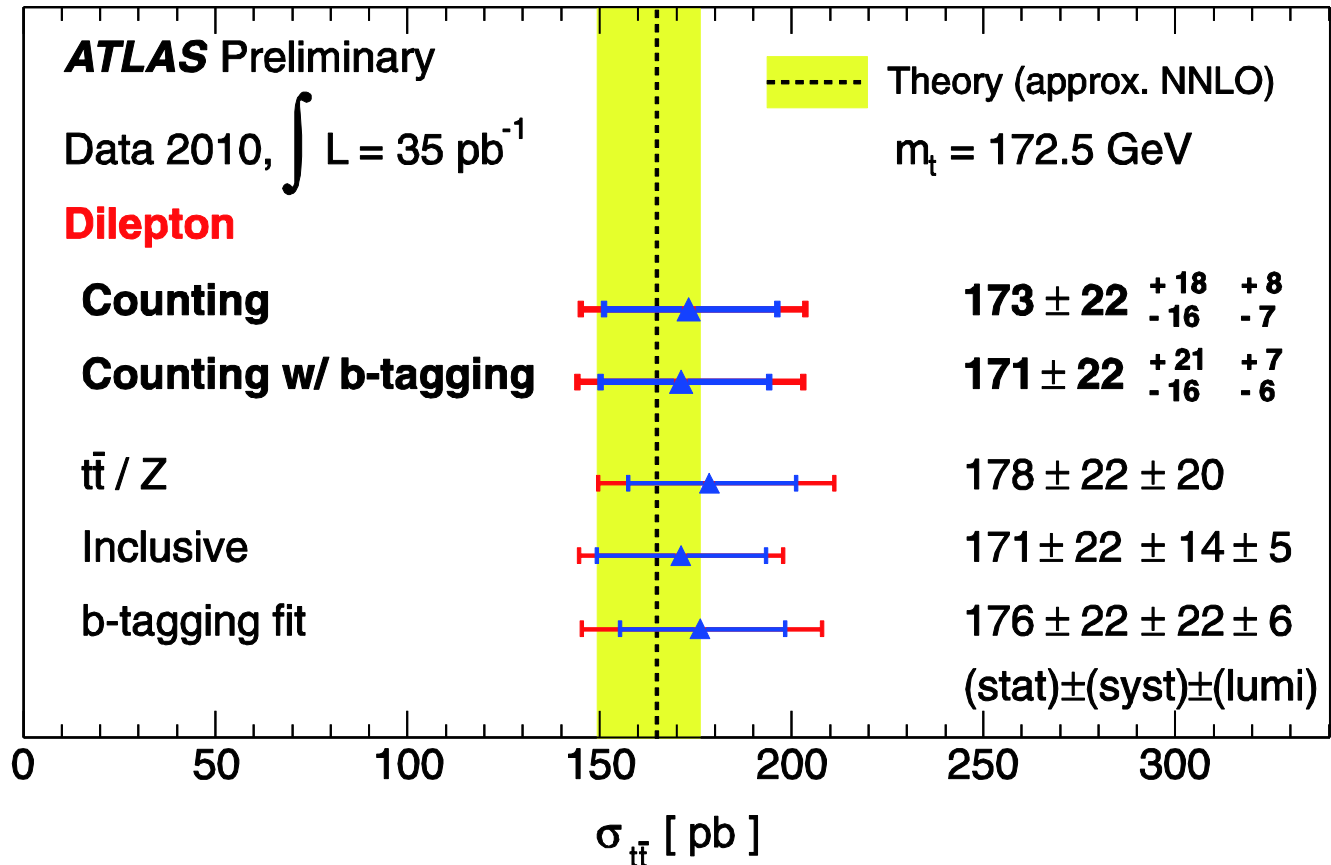
- 生成断面積評価

- $ee$  channel : **178**  $+67/-57$   $+37/-27$   $+9/-5$  **pb**
- $\mu\mu$  channel : **194**  $+57/-51$   $+20/-15$   $+12/-5$  **pb**
- $e\mu$  channel : **164**  $\pm 22$   $+18/-16$   $+7/-6$  **pb**
- Combined results of 3 channels

**173  $\pm 22$   $+18/-16$   $+8/-7$  pb**

\* 統計誤差, \* 系統誤差, \* ルミノシティの不定性

# 生成断面積の評価



標準模型の予言値に誤差の範囲内で一致.

# まとめ

- 7 TeV の陽子・陽子衝突における初のトップクォーク対生成断面積の精密測定

$$173 \pm 22 \text{ } ^{+18}_{-16} \pm 8 \text{ pb}$$

\* 統計誤差, \* 系統誤差, \* ルミノシティの不定性

- 検出器の応答を精密に理解
- ダイレプトンペアを要求する、背景事象の少ない事象トポロジーに注目
- 測定の Significance ( $\sigma_{tt}/\delta\sigma_{tt}$ ) = 6.0

p-QCD の予言 ( $165^{+11}_{-16}$  pb) に一致