

# 論文の内容の要旨

## 論文題目

Study of bottom baryon production in  $pp$  collisions at  
 $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$

( 重心系エネルギー 7TeV での陽子・陽子衝突における  
ボトムバリオン生成の研究 )

氏名 小森 雄斗

LHC-ATLAS 実験において、ボトムクォークをその構成粒子にもつバリオンである  $\Omega_b^-$  と  $\Xi_b^-$  の探索を行った。これらの粒子は、近年発見されたものであり、比較的新しいものである。特に、 $\Omega_b^-$  は、D0 実験と CDF 実験で主張されている質量が異なっていた。

本解析に使用したデータは、2011 年に ATLAS 実験で取得されたデータであり、その積分ルミノシティは  $4.5 \text{ fb}^{-1}$  に相当する。これらのデータは、イベント中に反対電荷である 2 つのミュオン粒子が 1 ペア以上存在し、そのペアの普遍質量が  $2.5 < m_{\mu\mu} < 4.3 \text{ GeV}$ 、およびミュオン粒子の垂直方向運動量が  $p_T > 4 \text{ GeV}$  となる条件で実行される  $J/\psi$  トリガーで取得されたものである。

本解析で探索対象とした  $\Omega_b^-$  と  $\Xi_b^-$  の崩壊過程は次のものである。

$$\begin{aligned}\Omega_b^- &\rightarrow J/\psi(\rightarrow \mu^+\mu^-) + \Omega^-(\rightarrow \Lambda^0(\rightarrow p\pi^-)K^-) \\ \Xi_b^- &\rightarrow J/\psi(\rightarrow \mu^+\mu^-) + \Xi^-(\rightarrow \Lambda^0(\rightarrow p\pi^-)\pi^-)\end{aligned}$$

数多く存在するバックグラウンドから効率よくこれらのシグナルを探索するために、崩壊過程で得られる  $\Omega^-$ 、 $\Xi^-$ 、 $\Lambda^0$  などのバリオンの長寿命を利用した崩壊点再構成アルゴリズムを使用し、データの解析を行った。

図 1 に崩壊過程で得られるバリオンの一つの例として、得られた  $\Omega^-$  候補の普遍質量分布の結果を示す。左図は、カットを最適化する前の分布であり、右図は最適化した後の分布である。崩壊点再構成アルゴリズムを使用したデータに対し、さらにその長寿命の特性を生かしたカットを行うことにより、このように多くのバックグラウンドを減らすことが出来た。こうして得られた  $\Omega^-$  と  $\Xi^-$  に対し、再度その崩壊点と質量に制約を設けた崩壊点再構成アルゴリズムを実行することにより、 $\Omega_b^-$  と  $\Xi_b^-$  の再構成を行った。

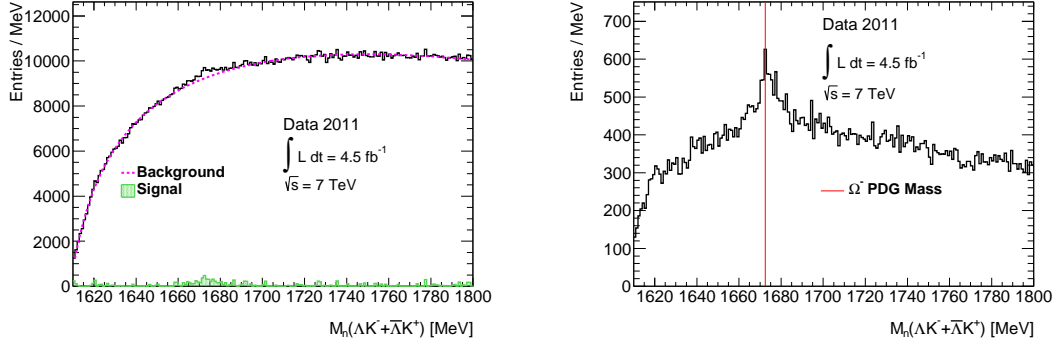


図 1:  $\Omega^-$  候補の普遍質量分布 .

最終的に得られたシグナル候補のイベントは、The unbinned maximum likelihood fit により評価を行った . 図 2 に、最終的に得られた普遍質量分布を示す . 左図が  $\Omega_b^-$  候補の分布であり、右図が  $\Xi_b^-$  候補の分布である . また、青実線はシグナルに対するフィット結果、青点線はバックグラウンドに対するフィット結果を表している . フィット結果により求められたシグナルおよびバックグ

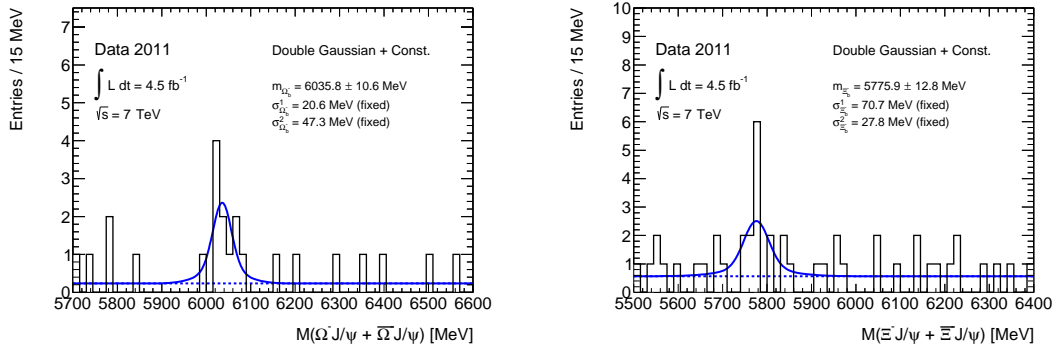


図 2:  $\Omega_b^-$  および  $\Xi_b^-$  候補の普遍質量分布 .

ラウンドの事象数を利用し、バックグラウンドに対するシグナルの統計的有意性を評価した . その結果、 $\Omega_b^-$  のシグナルで  $3.6\sigma$ 、 $\Xi_b^-$  のシグナルで  $2.9\sigma$  の統計的有意性が得られた . また、フィットより得られた  $\Omega_b^-$ 、 $\Xi_b^-$  の質量は、統計誤差、系統誤差を含めて

$$M_{\Omega_b^-} = 6035.8 \pm 10.6(\text{stat.})_{-1.1}^{+6.7}(\text{syst.}) \text{ MeV}$$

$$M_{\Xi_b^-} = 5775.9 \pm 12.8(\text{stat.})_{-0.8}^{+5.9}(\text{syst.}) \text{ MeV}$$

となった . これらの結果は、最新の結果と一致するものである . 同様に、得られたシグナルの事象数から、モンテカルロシミュレーション PYTHIA を使用し、生成断面積の評価も行った . その結果、 $J/\psi$  から崩壊したミュオンの内、必ず一つが  $p_T > 3.5 \text{ GeV}$  および  $|\eta| < 2.5$  を満たし、生成されたボトムバリオンが  $p_T > 6 \text{ GeV}$  および  $|\eta| < 2.7$  となるという条件下での生成断面積として、

$$\sigma_{\Omega_b^-}^{\text{F.V.}} \times B_r(\Omega_b^- \rightarrow J/\psi \Omega^-) = 33.7 \pm 13.5(\text{stat.}) \pm 9.7(\text{syst.}) \text{ pb}$$

$$\sigma_{\Xi_b^-}^{\text{F.V.}} \times B_r(\Xi_b^- \rightarrow J/\psi \Xi^-) = 51.7 \pm 21.0(\text{stat.}) \pm 12.1(\text{syst.}) \text{ pb}$$

が得られた。また、ボトムバリオンのみの条件  $p_T > 6 \text{ GeV}$  および  $|\eta| < 2.7$  での生成断面積として、

$$\begin{aligned}\sigma_{\Omega_b^-} \times B_r(\Omega_b^- \rightarrow J/\psi\Omega^-) &= 0.256 \pm 0.103(\text{stat.}) \pm 0.074(\text{syst.}) \text{ nb} \\ \sigma_{\Xi_b^-} \times B_r(\Xi_b^- \rightarrow J/\psi\Xi^-) &= 0.368 \pm 0.149(\text{stat.}) \pm 0.086(\text{syst.}) \text{ nb}\end{aligned}$$

が得られた。これらの断面積の測定は、重心系エネルギー 7 TeV において初めての試みである。

本解析では、広範囲のラピディティを覆う ATLAS 検出器においてもボトムバリオンが高い純度で選択出来ることを示唆している。特に、選択したシグナル候補の飛跡に対して、再度、崩壊点再構成アルゴリズムを実行するという二段階の事象選別手法は、大きくバックグラウンドを減らすことが出来ることが分かった。ボトムバリオンの研究は、まだ発展途上の研究であり、発見されていない粒子も数多く存在する。また、そのラピディティ分布においても不明な点が多い。本研究は、ボトムバリオンスペクトロスコピーの研究に道筋をつけた。