Proceeding for the presentation

2010.3.11 16:10~

トップクォーク対生成断面積測定 (1)

名古屋大学理学研究科 博士課程二年

奥村　恭幸

本研究は 2010 年より開始される LHC 実験の重心系のエネルギー 7 TeV の陽子陽子衝突におけるトップクォーク対生成断面積の測定を目標とする。本測定は 7 TeV の領域における初の標準理論の精密検証であり、 Tevatron 実験( 1.96 TeV 陽子反陽子衝突 ) に対し25 倍の生成断面積が期待される。本研究では特に、二つのトップクォークがともにミュー粒子に崩壊するダイミューオンチャンネルに注目して測定を行う(図1)。二本の異符号で、且つ運動量が大きいミュー粒子の検出により信号の同定を行う。実験初期より高性能で動作するミュー粒子検出器を用いて信号事象の同定を行い、生成事象数を測定する。

生成断面積は、検出事象数 (N measured) に加えて、背景事象数 (N background)、ダイミューオン事象選別の選別効率 (selection) 、ルミノシティー (L) を用いて以下の式であらわされる。

\begin{document}
\begin{align*}
\sigma_{tt \times BR(\mu \mu)} = \frac{N_{\mathrm{measured}} - N_{\mathrm{background}}}{\epsilon_{\mathrm{selection}} } \times  \frac{1}{\mathscr{L}}
\end{align*}
\end{document}

ダイミューオン事象選別に対する背景事象数、選別効率の評価が必要となる。本解析では二本のミュー粒子を信号の同定に用いるため、背景事象は少ない。そのため選別効率の評価が、選別効率測定においてもっとも高い優先度の課題となる。本解析では、(1) 高運動量ミュー粒子トリガーで収集されたデータを用いて、 (2) 二本の高い運動量のミュー粒子が検出されていることを要求することで信号の同定を行う。ミュー粒子検出器の性能を、実験データを用いて理解し、それを基に上記 (1)、(2) に対するトリガー効率、事象選別効率を明らかにして、生成量を正確に評価する。

*図 1 : 信号事象と背景事象のイベントトポロジー。二本の異符号で高運動量のミュー粒子飛跡により信号を同定する。背景事象は同様に二本の高運動量ミュー粒子を含む Z + jets 過程となる。*

そのために以下の三段階からなる手法を確立した。 (1) データより Z🡪 事象のデータを抽出し、その中に含まれるミュー粒子飛跡をサンプルトラックとして用いて、単独ミュー粒子飛跡に対する検出効率・トリガー効率を理解する。ここで検出効率・トリガー効率を擬ラピディティ () と方位角 () の関数として評価をする。こうすることで (2) トップクォーク対生成事象におけるミュー粒子の位相空間( , ) への検出効率・トリガー効率の外挿が可能となる。最終的に外挿して得られた検出効率・トリガー効率を用いて (3) トップダイミューオン事象における選別効率を評価する。この手法が実データに対して機能することを、モンテカルロ・シミュレーションデータを用いて検証した。疑似データとして実験初期の統計量 (40 pb-1) のZ🡪 のサンプルを用いる。疑似データでミュー粒子の検出効率・トリガー効率を評価し、トップクォークの位相空間に適用し、得られる分布のトップクォーク対生成モンテカルロ・シミュレーションとの整合性を確認した (図2) 。これは、ミュー粒子の検出効率、およびトリガー効率が実験初期の統計量で正確に、トップクォーク対生成事象の位相空間中に外挿できることを示す結果である。この外挿された効率を、ダイミューオン事象に適応し、最終的なダイミューオン事象の選別効率 91.7 ±1.1% が得られ、これはモンテカルロ・シミュレーションを用いて与えられる結果 91.1% とコンシステントな結果である。

本研究によって、実験初期のデータから (1) ミュー粒子検出器をデータを用いて理解し、(2) トップクォーク対生成事象における選別効率を評価する手法を確立した。実験開始後、高い運動量のミュー粒子に対する検出器の応答を、Z　🡪 過程を用いて理解し、トップクォーク対生成断面積をデータ収集に対し遅延なく測定する。

*（図2） トップクォーク生成事象のモンテカルロ・シミュレーションと、疑似データの効率の外挿結果の比較。赤色の系列で、トップクォークのモンテカルロ・シミュレーションで得られる検出効率の || 依存性 (左図)、トリガー効率の || 依存性 (右図)を示した。また、青色で疑似データを用いた、測定結果を示した。サンプルトラック数による統計誤差内で正確に見積もられている。*