

トップクォーク対生成断面積測定

名古屋大学理学部 博士課程 2 年

高橋 悠太

いよいよ、LHC 実験が再稼働する。2010 年 3 月 30 日を皮切りに、年末にかけて $\sqrt{s}=7\text{TeV}$ で約 200pb^{-1} のデータを収集する予定だ。

ここで、200pb⁻¹で実現可能、かつ将来の質量起源粒子の探索に必要不可欠な布石となるのがトップクォーク対生成事象数の見積もりである。そこで、荷電ヒグス粒子の探索を視野に入れて $tt \rightarrow W(\tau\nu)W(\mu\nu)bb$ 崩壊過程(図 1)に着目した。本過程は重要であるにも関わらず τ 粒子の識別が困難なために未開拓で、今後本研究を通して独自色を出しつつ手法確立を行う余地が十分に残されている。そこでまず、MC($\sqrt{s}=10\text{TeV}$)を用いた事象選別手法の確立、および選別効率の評価を行った。

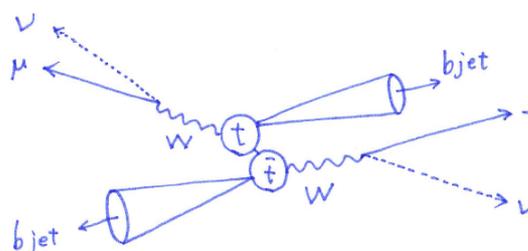


図 1: $tt \rightarrow W(\tau\nu)W(\mu\nu)bb$ のトポロジー。tt 起因の高横運動量 b ジェット、W ボソン起因の高横運動量 μ, τ 粒子、および大きな損失横エネルギーが特徴的である

本研究がターゲットとする $tt \rightarrow W(\tau\nu)W(\mu\nu)bb$ 崩壊過程は $\sqrt{s}=7\text{TeV}$, 200pb^{-1} で約 2.5pb の生成断面積を持ち、図 1 に示す通り特徴的なトポロジーを有する。よって基本的には、トップクォーク由来の b ジェット 2 本、W ボソン由来の μ, τ 粒子、および横損失エネルギーを利用して事象選別が可能だが、図 2 に示す背景事象との分離が重要なポイントとなる。以上の点を踏まえ、運動量分布及びエネルギー分布から、最適な事象選別条件を下記のように決定した。

- μ 粒子 : $P_T > 20\text{GeV}$, τ 粒子 : $P_T > 15\text{GeV}$ (異符号)
- ジェット : $E_T(1^{\text{st}}) > 50\text{GeV}$, $E_T(2^{\text{nd}}) > 30\text{GeV}$
- 横エネルギーの総和 : $\Sigma E_T > 200\text{GeV}$

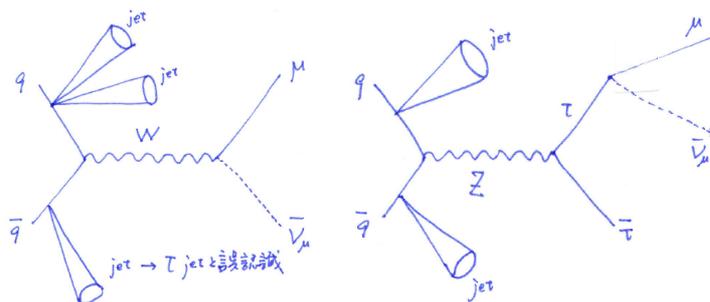


図 2: (左) $W(\rightarrow\mu\nu) + 3$ ジェット事象。1 本のジェットを τ 粒子と誤認識することにより背景事象となる。生成断面積は約 100pb , (右) $Z\rightarrow(\tau\tau) + 2$ ジェット事象。片方の τ 粒子が μ 粒子に崩壊することによって背景事象となる。生成断面積は約 35pb

事象選別の一例として、 μ 粒子の横運動量分布、および本解析のカットフローを図 3 に示す。

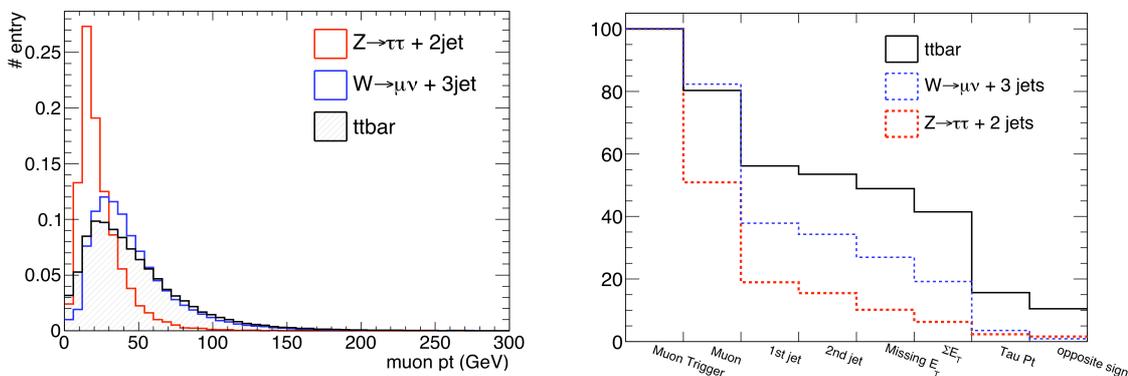


図 3: (左) μ 粒子の横運動量分布。背景事象を分離するために 20 GeV 以上であることを要求した。(右) カットフロー。横軸に選別条件、縦軸に選別効率を%で示す。信号事象は 10.5% に削られるが、 $W+3$ ジェットの背景事象を 99.1% 除去、 $Z+2$ ジェットの背景事象を 98.4% 除去していることが分かる

これら一連の事象選別によって信号事象は 10.5% に減るが、その一方で $W(\rightarrow\mu\nu)+3$ ジェットの背景事象を 99.1% 除去、 $Z(\rightarrow\tau\tau)+2$ ジェットの背景事象を 98.4% 除去することに成功した。しかし背景事象の生成断面積が大きいため、選別後の事象数で比較すると、信号事象が 150 、 $W+3$ ジェットが 228 、 $Z+2$ ジェットが 28 となって未だに信号事象を凌いでいることが分かった。現在、 $b\text{tag}$ を用いたの選別条件を新たに加えることを検討している。

事象選別手法の確立を終えた後、 τ 粒子の識別効率を評価することで、 $tt\rightarrow W(\tau\nu)W(\mu\nu)bb$ 事象の生成断面積測定の準備が整う。 この準備を早急に進め、LHC 実験データを用いた物理解析を一層の気合いを入れて進めていこう。