

学位申請論文公開講演会

日程: 2009年1月26日(月) 10:00 ~

申請者: 古川智子 (F 研)

場所: 物理会議室 (C207)

題目: タウニュートリノ荷電カレント反応断面積の測定

概要

タウニュートリノ (ν_τ) 反応を検出した DONUT 実験 (Fermilab E872) において、全イベントに対する τ 崩壊探索により新たに 4 イベントの ν_τ 反応候補を検出し、 ν_τ 反応断面積の測定に取り組んだ。 ν_τ 反応断面積の測定はこれまで他には行われていない。

DONUT 実験ではカウンター情報から 866 イベントが ν 反応として選ばれていた。このうち ECC 中で検出されていた ν 反応は 416 イベント、 ν_τ 反応候補は 5 イベントであった。私は 2004 年 8 月から ECC の解析に参加し、まず τ の崩壊探索の対象となる ν 反応数の向上に取り組んだ。当時 ECC 中で未検出であったイベントのうち 188 イベントは、Messy イベントと呼ばれ、 π^0 や電子に起因する電磁シャワーの発達により Scintillating fiber tracker (SFT) のヒットが多く、ECC 中の ν 反応点の位置を予測するのが困難と判断されて手が付けられていなかった。このイベントは高エネルギーの ν 反応が多く ν_τ 反応の割合が高い可能性があることと、検出されている ν 反応の持つエネルギーやフレーバーの偏りを減らせることが期待でき、その ν 反応点の探索に取り組んだ。主に SFT の情報を用いてイベントごとに探索方法を考え、100 イベントに対して探索を行い、58 イベントの 反応点を検出した。そして、検出した Messy イベントの ν 反応点の解析において 2 イベントの τ の崩壊候補を検出した。また、その他の未検出イベントについても名古屋大を中心に 9 人で取り組み 104 イベントを検出した。ここで検出した ν 反応点の解析において 1 イベントの崩壊候補を検出した。

2006 年までに合計 578 イベントの ν 反応を検出し、DONUT としては ν 反応点の探索は終了し、反応断面積の測定に向けて、検出した ν 反応の解析を完了させることに取り組んだ。私は以前に検出されていた ν 反応も含めた全 578 イベントに対して τ の崩壊の探索を行った。 τ の崩壊探索の方法を見直して、測定精度を越えるすべての折れ曲がりを選び出して解析することにより、新たに 1 イベントの 崩壊候補を検出した。上に述べたように 4 イベントの τ の崩壊候補を検出し、以前に検出されたイベントと合わせて 9 イベントの ν_τ 反応候補が DONUT で検出された。 τ の崩壊探索の検出効率、バックグラウンドを推定し、 ν_τ 反応断面積の測定に取り組んだ。

ν_τ 反応断面積を、 $\sigma_{\nu_\tau N}(E) = \sigma_{\nu_\tau}^{const} EK(E)$ ($K(E)$ は τ の質量による運動学的な効果) と表す。この測定において最も不確かなのは、800 GeV 陽子ビームにより生成される D_s の運動量分布である。生成したチャーム粒子の運動を、微分断面積の式 $\frac{d^2\sigma}{dx_F dp_T^2} \propto (1 - |x_F|)^n \exp(-bp_T^2)$ (n と b は実験的に求められるパラメータ) で表すとき、 D_s については n の publish されたデータがない。このため、 ν_τ 反応断面積のエネルギーによらない項を n の関数として表すと、 $\sigma_{\nu_\tau}^{const} = 7.5(0.335n^{1.52}) \times 10^{-40} \text{ cm}^2 \text{ GeV}^{-1}$ となった。 n の期待値として PYTHIA を用いた計算値 $n=6.1$ を仮定すると、 $\sigma_{\nu_\tau}^{const} = (0.39 \pm 0.13(stat.) \pm 0.13(syst.)) \times 10^{-38} \text{ cm}^2 \text{ GeV}^{-1}$ である。