学位申請論文公開講演会

日程: ２００８年１月３０日（水）１０：００～

申請者: 古川智子 (F 研)

場所: 物理小会議室 (B-402)

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

世界で唯一タウニュートリノ (ν_τ) 反応を検出した DONUT 実験 (Fermilab E872) において、新たに 4 イベントの ν_τ 反応候補を検出し、ν_τ 反応断面積の測定を行った。ν_τ 反応断面積の測定は世界初であり、この測定を行うことのできる実験は他にはない。

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 ν 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は名古屋大を中心に 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 τ 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 反応点の探索は止めて、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 τ 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。主なバックグラウンドは次の 2 つである。ν_e,ν_μ 荷電カレント反応でチャーム粒子が生成され、かつ、反応点から出た電子,μ が同定されない場合と、ν 反応から出たハドロンが 2 次反応し、かつ、そのイベントでレプトンが検出されない場合であり、それぞれ 1.1 ± 0.2, 0.9 ± 0.2 イベントと推定した。τ の崩壊探索の検出効率を推定し、コラボレーター達と協力して ν_τ 反応断面積を求めた。各 ν 反応断面積を、$\sigma_{\nu eN}(E) = \sigma_{\nu e}^{const} E$, $\sigma_{\nu \mu N}(E) = \sigma_{\nu \mu}^{const} E$, $\sigma_{\nu \tau N}(E) = \sigma_{\nu \tau}^{const} E K(E)$ (K(E) は τ の質量による運動学的な効果) と表す。このとき ν_τ 反応断面積の測定結果は、

$$\sigma_{\nu\tau}^{const}/\sigma_{\nu e}^{const} = 1.58 \pm 0.58(stat.) \pm 0.91(syst.)$$

$$\sigma_{\nu\tau}^{const}/\sigma_{\nu\mu}^{const} = 1.16 \pm 0.42(stat.) \pm 0.65(syst.)$$

$$\sigma_{\nu\tau}^{const} = (0.72 \pm 0.24(stat.) \pm 0.36(syst.)) \times 10^{-38}\ cm^2 GeV^{-1}$$

となった。誤差はそれぞれ、検出した ν 反応数による統計誤差と、800GeV 陽子ビームによる D_s の生成断面積 (24%) とその運動量分布 (30%)、崩壊分岐比 (23%) などの不確かさによる系統誤差である。$\sigma_{\nu\tau}^{const}$ は、ν_μ 反応断面積の測定値 (PDG) から $\sigma_{\nu\mu}^{const} = (0.51 \pm 0.01) \times 10^{-38}\ cm^2 GeV^{-1}$ と誤差の範囲で一致する。これらの結果は標準理論からの予想と矛盾しない。