

2020 (令和 2) 年度 共同利用研究・研究成果報告書

研究課題名 和文：T2K 実験でのニュートリノ振動測定における感度向上の研究
英文：Study to improve sensitivity of neutrino oscillation measurement in T2K experiment

研究代表者 奥村 公宏 (東京大学宇宙線研究所 准教授)
参加研究者 Junjie Xia (東京大学大学院 大学院生)、Seugho Han (東京大学大学院 大学院生)、Chang Kee Jung (Univ. of Stony Brook, USA 教授)、Chiaki Yanagisawa (Univ. of Stony Brook, USA 准教授)、Mike Wilking (Univ. of Stony Brook, USA 准教授)、Guang Yang (Univ. of Stony Brook, USA ポスドク)、Cristovao Vilela (Univ. of Stony Brook, USA ポスドク)、Gabriel Santuci (Univ. of Stony Brook, USA 大学院生)

研究成果概要

T2K 実験は茨城県東海村の J-PARC 加速器で生成されたニュートリノビームを 295 キロメートル離れたスーパーカミオカンデ検出器にて観測し、ニュートリノ振動等の測定を行う実験である。本研究は T2K ビームによりスーパーカミオカンデで観測されたニュートリノ事象について事象選択効率やバックグラウンド率を向上させ、ニュートリノ振動など物理測定での感度を向上させることを目的とする。今年度は以下の研究についての途中経過を報告する。

1. 荷電パイ粒子を伴った複数リングのミュニュートリノ事象の開発：主にデルタ共鳴によるパイ粒子生成反応の選別を目的とした事象サンプルで、ニュートリノエネルギーが 1GeV 付近で主要な反応であり、新たなミュニュートリノ事象サンプルとして事象数の統計精度を向上することが期待できる。研究では fitQun と呼ばれる高精度の事象再構成アルゴリズムを用いてミュ粒子やパイ粒子のチェレンコフリングを特定することにより、事象選別の高効率やバックグラウンド混入率の低下を目指している。これまでも継続的に研究は進められ選別条件はほぼ確立され、今後はニュートリノ振動などの物理解析に実用される予定である。

2. 荷電パイ粒子を伴う電子ニュートリノ事象の開発：1.と同様に荷電パイ粒子生成反応であるが、水中での電子/陽電子の電磁シャワーによるチェレンコフリングの形状によって事象選別がより難しくなる。以前の事象サンプルでは崩壊電子の有無により荷電パイ粒子の存在を判別していたが、本研究ではさらに粒子のチェレンコフリングの特定による事象選別手法を追加し、観測事象数を増加させた。また、マシンラーニング手法を用いた事象選別を行い選別効率の最大化を試みている。

3. 準弾性散乱相互作用 (CCQE) 電子ニュートリノ事象サンプルの改良：CCQE 事象は反応事象数やニュートリノフレーバの判別高効率の点から、T2K 実験では主要となるニュートリノ事象であり、特に電子ニュートリノによる CCQE 事象は CP 測定に用いるため重要度が高い。本研究では事象選択方法に Boost Decision Tree (BDT) というマシンラーニング手法を用いることで検出効率を向上させることを目的としている。以前の事象選別方法と比較して約 6%の CCQE 事象数の増加が見込まれている。

今後、2. 及び 3.で研究を進めている事象サンプルは系統誤差の評価や事象選別方法の確立を行い、物理解析に取り入れることを目指す。

整理番号 A18