

令和7年度（2025） 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 for improvement 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	Xubin Wang（東京大学大学院 大学院生）、富谷卓矢（東京大学大学院大学院生）、西嶋遼太郎（東京大学大学院 大学院生）、Shuoyu Chen（東京大学大学院大学院生）、Chang Kee Jung（Univ. of Stony Brook Professor）、Chiaki Yanagisawa（Univ. of Stony Brook Associate Professor）、W. Shi (Univ. of Stony Brook Posdoc), M. Jia (Univ. of Stony Brook Student), J. Jang (Univ. of Stony Brook Student)
研究成果概要	将来でのハイパーカミオカンデ実験に向けて、機械学習を用いた事象再構成の研究を行った。近年、機械学習の急速に発展に伴い、様々な分野でその応用がなされ、飛躍的な成果をあげている。これまでニュートリノ反応事象の事象再構成プロセスは、Likelihood法などの複雑なアルゴリズムや多くのCPUパワーが要求された。機械学習を用いることで、ニュートリノ反応点のバーテックスや粒子識別等の決定精度の向上、再構成プロセス時間の短縮などが期待される。本年度は以下の2つの研究成果を報告する。 1. CNN機械学習を用いたスーパーカミオカンデでの粒子識別の研究[1] MobileNetV3というCNN（Convolutional Neural Network）機械学習モデルを用いて、スーパーカミオカンデのシミュレーションデータに対して、e/μ、e/π^0、e/γの識別能力を調べた。結果、e/μに対しては現行の粒子識別能力を同程度以上であったが、e/π^0は現行を上回ることではできなかった。計算時間は期待どおり大幅な短縮を得ることができる。今後、他の学習モデルを取り入れるなどで識別性能の向上を目指す。 2. Vision Transformer を用いたハイパーカミオカンデでの事象再構成の研究[2] 機械学習の優れたモデルであるTransformerをイメージ識別に適用できるよう改良されたVision Transformer（VT）モデルを用いて、ハイパーカミオカンデでの事象再構成性能の研究を行った。また、複数の光検出器を用いるハイパーカミオカンデでは他のモデルよりも取り入れやす利点がある。本モデルを用いた事象再構成の性能は非常によく、バーテックス、粒子方向や運動量などで、Likelihoodを用いた現行アルゴリズム、また、他の機械学習モデルとも比較しても良好な成果が得られた。 [1] 西嶋遼太郎 東京大学修士論文 2026年1月 [2] S. Chen, K. Okumura, et al. 日本物理学会年次大会 2026年3月
整理番号	2025d-A-17