

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：東海 to 神岡長基線ニュートリノ実験 T2K 英文：Tokai to Kamioka Long Baseline Experiment T2K
研究代表者	坂下健(KEK/J-PARC)
参加研究者	カナダ、フランス、ドイツ、ハンガリー、イタリア、日本、ポーランド、ロシア、スペイン、スイス、イギリス、アメリカ、ベトナムからの約 570 名による共同研究。日本からは、大阪市立大学、岡山大学、慶應義塾大学、京都大学、高エネルギー加速器研究機構、総合研究大学院大学、神戸大学、東京大学、東京大学宇宙線研究所、ILANCE、東京大学カブリ IPMU、東京科学大学、東京都立大学、東京理科大学、東北大学、宮城教育大学、横浜国立大学が参加している。
研究成果概要	東海 to 神岡（T2K）長基線ニュートリノ実験は、茨城県東海村の J-PARC 加速器で生成したニュートリノビームを、295 km 離れた岐阜県神岡町のスーパーカミオカンデ検出器（SK）で観測し、その振動を精密に測定する実験である。μニュートリノおよび反μニュートリノビームからの電子（反電子）ニュートリノ出現を比較することで、物質・反物質非対称性の起源に関わる CP 対称性の破れやニュートリノ振動の全容解明を目指している。今年度は、加速器運転の安定化と高出力化、ならびに前置検出器の高度化に対応した物理解析の強化を中心に研究を推進した。 J-PARC ビーム運転では、2025 年 2 月末にニュートリノ生成標的装置において冷却用ヘリウムガスのリークが発生し、運転を一時中断する事態となった。その後、原因の詳細な調査と再発防止対策の実装（具体的には、冷却ヘリウム配管の継手部固定用ボルトの緩み防止機構の追加導入）、同年 11 月末よりビーム運転を再開した。加速器グループの尽力により、運転再開後は 900kW での安定運転を達成するとともに、1000kW での試験運転にも成功し、今後のさらなる大強度化に向けた重要な実績を得た。 前置ニュートリノ検出器を用いた解析では、アップグレード後の検出器性能を最大限に活用するため、新たに解析タスクフォースを立ち上げ、体制の強化を図った。まず、検出器応答の精密理解を目的として、性質のよく知られたコントロールサンプルを用いた検証を実施した。その上で、ニュートリノが物質中でミュー粒子を 1 つ生成する荷電カレント反応（CC ミューオンインクルーシブ反応）の解析を重点的に推進し、測定精度の向上を図った。これらの成果は、ニュートリノと原子核の相互作用理解を深化させる上で重要な基盤データとなっている。 ニュートリノ振動の物理解析においては、前年度に完了した SK との合同解析および米国 NOvA 実験との合同解析の成果を学術論文として発表した。異なる実験間の系統誤差

を適切に取り扱う解析手法の確立により、振動パラメータに対する制限の精度向上が達成されている。また、T2K 単独でのニュートリノ振動解析で SK の新しいイベントサンプルを追加する等を進めて、解析の高度化を進めている。今後は、高強度ビームによるデータ蓄積と高性能前置検出器による相互作用理解の進展を背景に、CP 対称性の破れ探索のさらなる感度向上が期待される。

【発表論文】

- [1]. S.Abubakar et al. [T2K and NOvA], "Joint neutrino oscillation analysis from the T2K and NOvA experiments", Nature646, no.8086, 818-824 (2025)
- [2]. K.Abe et al. [T2K], "Measurement of muon neutrino induced charged current interactions without charged pions in the final state using a new T2K off-axis near detector WAGASCI-BabyMIND", Phys. Rev. D112, no.11, 112020 (2025)
- [3]. K.Abe et al. [T2K], "Testing T2K's Bayesian constraints with priors in alternate parameterisations", Eur. Phys. J. C85, no.12, 1414 (2025)
- [4]. K.Abe et al. [T2K], "Results from the T2K Experiment on Neutrino Mixing Including a New Far Detector mu-like Sample", Phys. Rev. Lett.135, no.26, 261801 (2025)
- [5]. K.Abe et al. [T2K], "First measurement of neutron capture multiplicity in neutrino-oxygen neutral-current quasielasticlike interactions using an accelerator neutrino beam", Phys. Rev. D112, no.3, 032003 (2025)
- [6]. K.Abe et al. [T2K], "First Measurement of the Electron-Neutrino Charged-Current Pion Production Cross Section on Carbon with the T2K Near Detector", Phys. Rev. Lett. 135, no.15, 151802 (2025)
- [7]. K.Abe et al. [T2K], "First Differential Measurement of the Single π^+ Production Cross Section in Neutrino Neutral-Current Scattering", Phys. Rev. Lett. 135, no.17, 171803 (2025)
- [8]. K.Abe et al. [T2K], "Signal selection and model-independent extraction of the neutrino neutral-current single π^+ cross section with the T2K experiment", Phys. Rev. D 112, no.7, 072008 (2025)