

平成 28 年度共同利用研究・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	京都大学大学院 理学研究科 教授 中家 剛
参加研究者	東京大学宇宙線研究所： 安部航，早戸良成，池田一得，亀田純，三浦真，森山茂栄，中畑雅行，中山祥英，関谷洋之，塩澤真人，竹田敦，田中秀和，戸村友宣，Richard Euan，Tristan Irvine，梶田隆章，西村康宏，奥村公宏 高エネルギー加速器研究機構： Megan Friend，藤井芳昭，長谷川琢哉，石田卓，石井孝信，小林隆，丸山和純，中平武，中村健蔵，仲吉一男，大山雄一，坂下健，関口哲郎，多田将，田中真伸，塚本敏文，山田善一， 京都大学： 中家剛，市川温子，南野彰宏，中村輝石，久保一，Benjamin Qulain，Son van Cao，廣田誠子，仲村佳悟，林野竜也，江森，潘晟 (他を含め 合計 451 名)
研究成果概要	<p>研究成果概要</p> <p>東海-神岡間長基線ニュートリノ実験(T2K)は、茨城県東海村の大強度陽子加速器施設(J-PARC)で生成したニュートリノビームを 295 km はなれたスーパーカミオカンデ(SK)に向かって打ち込み、電子型ニュートリノ(ν_e)出現現象の発見やミュー型ニュートリノ(ν_μ)欠損現象の精密測定によってニュートリノ振動の全容を解明する実験である。平成 25 年(2013 年)には、それまで未発見であった ν_μ から ν_e への出現現象を観測することに世界で初めて成功し、レプトンにおける CP 対称性の破れの観測への扉を開いた。T2K 実験では、ν_μ から ν_e への出現確率と、反ニュートリノ(ニュートリノの反粒子)における反 ν_μ から反 ν_e への出現確率との違いとしてレプトン CP 対称性の破れを観測することができる。</p> <p>T2K 実験では、レプトン CP 対称性の破れの観測に向けた指標を得るために、平成 26 年(2014 年)6 月より平成 28 年(2016 年)5 月末まで、主として反ニュートリノを生成する運転モードでデータ収集を行った。5 月末までの運転では、ビーム強度 425kW での連続運転を達成した。1.51×10²¹ 個の積分陽子数(そのうち 7.57×10²⁰ 個がニュートリノ生成モードで、7.53×10²⁰ 個が反ニュートリノ生成モード)に相当するデータを蓄積した。データ解析の結果、135 個の ν_μ 事象、66 個の反 ν_μ 事象、32 個の ν_e 事象、4 個の反 ν_e 事象を観測した。これらの 4 つの統計サンプルを用いた統合解析を行った結果、CP 保存($\delta=0, \pm\pi$)を 90%の信頼度で棄却することに、世界で初めて成功した(発表論文 6)。また、ν_μ 損失現象の観測により、混合角 θ_{23} を世界最高精度で観測している(発表論文 2)。さらに、1 個の崩壊電子を許容することで $\nu_e+p \rightarrow e+\pi+p$(CC1 π^+)事象をタグする新たな統計サンプル(約 11%の信号事象増加)を用いた解析を行い、5 個の信号事象を観測した。</p>

平成28年10月末からはニュートリノ運転モードで実験を継続しており、平成29年(2017年)3月末の時点で最大470kWでの連続運転を達成している。

その他にも、前置検出器におけるミューニュートリノの反応断面積測定結果を論文としてまとめた(発表論文1,3-5)。さらに、T2K実験の将来計画として、加速器やビームラインを1.3MWへ増強し統計数を 2×10^{22} 個の積分陽子数に増やし、SKにおける解析の向上と合わせることにより、 3σ を超える実験感度でCP対称性の破れの発見を目指す計画を検討した。そのプロポーザルを平成28年7月に開催されたJ-PARC実験審査委員会に提出し、Stage-1 Statusが認められた。

平成29年3月には、初代実験代表者の西川公一郎氏が、2016年のB. Pontecorvo賞を受賞した。

【発表論文】

- [1] “Measurement of the muon neutrino inclusive charged-current cross section in the energy range of 1-3 GeV with the T2K INGRID detector”, K. Abe *et al.* (T2K Collaboration), Phys. Rev. D**93** 072002 (2016).
- [2] “Measurement of Muon Antineutrino Oscillations with an Accelerator-Produced Off-Axis Beam”, K. Abe *et al.* (T2K Collaboration), Phys. Rev. Lett. **116**, 181801 (2016).
- [3] “Measurement of double-differential muon neutrino charged-current interactions on C₈H₈ without pions in the final state using the T2K off-axis beam”, K. Abe *et al.* (T2K Collaboration), Phys. Rev. D**93**, 112012 (2016).
- [4] “Measurement of Coherent π^+ Production in Low Energy Neutrino-Carbon Scattering”, K. Abe *et al.* (T2K Collaboration), Phys. Rev. Lett. **117**, 192501 (2016).
- [5] “First measurement of the muon neutrino charged current single pion production cross section on water with the T2K near detector”, K. Abe *et al.* (T2K Collaboration), Phys. Rev. D**95**, 012010 (2017).
- [6] “Combined Analysis of Neutrino and Antineutrino Oscillations at T2K”, K. Abe *et al.* (T2K Collaboration), Phys. Rev. Lett. **118**, 151801 (2017).