

平成 27 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 T 2 K 英文：Tokai to Kamioka Long Baseline Experiment T2K
研究代表者	小林隆（高エネルギー加速器研究機構）／ 中家剛（京都大学）
参加研究者	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，Nikul Patel，Son van Cao， 廣田誠子，石山優貴，仲村佳悟，林野竜也，江森，近藤圭祐，羽田 颯人，潘晟，山本 実加，柳田沙緒里 (他を含め 合計 451 名)
研究成果概要	<p>東海-神岡間長基線ニュートリノ振動実験 (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 (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、レプトンにおける「CP 対称性の破れ」の観測への扉をひらいた。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出来る。</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 (2014) 年 6 月より反ニュートリノを生成するモードでの運転を開始、データ取得を継続している。平成 28 (2016) 年 3 月末の時点でビーム強度 390kW (繰り返し周期 2.48 秒) での運転を達成し、1.3×10^{21} 個の積分陽子数 (そのうち約 6×10^{20} 個が反ニュートリノ生成モード運転) を蓄積した。1 パルス当たりの陽子数 2×10^{14} 個は、シンクロトロンにより加速・取り出された陽子数の世界記録である。</p> <p>平成 27 年度は反ニュートリノビームでの反 ν_μ 欠損現象と反 ν_e 出現探索の初めての解析結果を国際会議で報告した。反 ν_μ 欠損現象の測定は MINOS 実験や SK での大気ニュートリノ観測による結果に並ぶ世界最高レベルの精度であり、この結果をまとめた論文を学術誌に発表した (発表論文 7)。また、過去に取ったニュートリノビームモードでデー</p>

タで、 ν_{μ} 欠損現象と ν_e 出現探索の総合解析を行い、振動パラメータを世界最高精度で決定することに成功最多（発表論文5）。さらに、前置検出器における電子ニュートリノ欠損探索や、ミューニュートリノ及び電子ニュートリノの反応断面積測定、将来の実験感度の検討などが学術誌に掲載された（発表論文1～4、6）。

平成27(2015)年11月には、西川公一郎氏とT2K実験グループが、他の4つのニュートリノ実験とともに Breakthrough Prize in Fundamental Physics を受賞した。

【発表論文】

- [1] “Neutrino Oscillation Physics Potential of the T2K Experiment”, K. Abe *et al.* (T2K Collaboration), Prog. Theor. Exp. Phys. **2015**, 043C01 (2015)
- [2] “Search for short baseline ν_e disappearance with the T2K near detector”, K. Abe *et al.* (T2K Collaboration), Phys. Rev. **D91** 051102 (2015)
- [3] “Measurement of the ν_{μ} charged current quasielastic cross section on carbon with the T2K on-axis neutrino beam”, K. Abe *et al.* (T2K Collaboration), Phys. Rev. **D91** 112002 (2015)
- [4] “Measurement of the electron neutrino charged-current interaction rate on water with the T2K ND280 π^0 detector”, K. Abe *et al.* (T2K Collaboration), Phys. Rev. **D91** 112010 (2015)
- [5] “Measurements of neutrino oscillation in appearance and disappearance channels by the T2K experiment with 6.6×10^{20} protons on target”, K. Abe *et al.* (T2K Collaboration), Phys. Rev. **D92** 072010 (2015)
- [6] “Measurement of the ν_{μ} charged-current quasielastic cross section on carbon with the ND280 detector at T2K”, K. Abe *et al.* (T2K Collaboration), Phys. Rev. **D92** 112003 (2015)
- [7] “Measurement of muon anti-neutrino oscillations with an accelerator-produced off-axis beam”, K. Abe *et al.* (T2K Collaboration), Phys. Rev. Lett. **116** 181801 (2016).