

研究種目：基盤研究 (S)
研究期間：2007～2011
課題番号：19104005
研究課題名 (和文) 世界最高感度でのミューニュートリノから電子ニュートリノへの振動の研究
研究課題名 (英文) High sensitivity search for ν_{μ} to ν_e oscillations

研究代表者
梶田 隆章 (KAJITA TAKAAKI)
東京大学・宇宙線研究所・教授
研究者番号：40185773

研究代表者の専門分野：数物系科学
科研費の分科・細目：物理学・素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理
キーワード：素粒子実験、ニュートリノ

1. 研究計画の概要

2009年実験開始の長基線ニュートリノ振動実験 T2K で最大限の成果が出せるようにすることが我々の最終目標である。そのうち特にミューニュートリノから電子ニュートリノへの振動を世界で最初に観測することを目指す。これを発見して、3種類のニュートリノ間の混合について全体像を得、素粒子物理学に大きな貢献をすることが目標である。

同様な実験としてはアメリカで Nova 計画が予定されており、感度も T2K と同様である。そのため、T2K 実験が Nova 計画などに勝る成果を出すために、スーパーカミオカンデ測定器を更によく理解して系統誤差を小さくし、また解析プログラムの改良を行う。またスーパーカミオカンデで予想される事象をより正確に予言するためにニュートリノのフラックスを理解する。

2. 研究の進捗状況

スーパーカミオカンデにおいて、J-PARC で生成されたミューニュートリノが電子ニュートリノに転移した信号を観測し、それが有意に予想されるバックグラウンドより多いことを確認する。

J-PARC での最初のニュートリノの生成は 2009 年春に初めて行われた。その後 2010 年 2 月 24 日には J-PARC で生成されたニュートリノをスーパーカミオカンデで観測し、速やかに解析をして、公表することができた。いよいよ本格的なニュートリノ振動実験

が世界に先駆けて開始されようとしている。本研究によって残された混合角 θ_{13} が測定されれば、ニュートリノ間の混ざり具合を規定する 3 個の混合角全てについて知ることになり、素粒子物理学に大きなインパクトを与えるであろう。

研究の進捗状況で特に強調する点は、T2K 実験に向けたスーパーカミオカンデ実験装置の理解の高度化である。例えば、今までほぼ 10 年間解決されていなかった、スーパーカミオカンデでのエネルギー決定において水の透過率の補正をしても水の透過率の変化の効果が残るとい問題は、新たに改善された補正の手法で相当解決された。このように測定器の理解を可能な限り進め、質の高いデータを得る努力は、当初から予定していたが、副産物として、大気ニュートリノを用いたニュートリノの解析の高度化につながった。この結果、スーパーカミオカンデで観測された大気ニュートリノのデータを使って 3 世代ニュートリノ振動の解析を行うことができた。

また、本研究ではニュートリノのフラックスの理解に向けて、ニュートリノ発生点から 280メートル地点に測定器を設置して、データを取る予定である。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。
理由：スーパーカミオカンデの T2K 実験に向けた準備を予定通り進められた。その結果、

スーパーカミオカンデでT2K実験のニュートリノの初観測を速やかに解析し、発表を行うことができた。

4. 今後の研究の推進方策

平成22年度より本格的にT2Kのニュートリノ生成が行われる。そのため、本研究グループとしては、今までのスーパーカミオカンデの準備に基づき、ニュートリノ振動の解析を速やかに行えるように研究を進める。

平成23年度においては、J-PARCのビーム強度は前年度に比べてあがってくると予想される。そのため、電子ニュートリノ出現を観測するための感度も高くなると予想される。平成23年度末に研究期間が終了するときには、世界最高感度のミューニュートリノから電子ニュートリノ振動実験が達成されていると考えられる。

この様に研究期間の終了までに世界最高感度の実験になると予想されるので、本研究グループとしては、実験の系統誤差、それも特にスーパーカミオカンデ側の系統誤差を詰めて速やかに物理成果を発表できるようにする。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計12件)

- ① ” Status and prospect of atmospheric neutrinos and long baseline studies”, T.Kajita, J.Phys.Conf.Ser.**203**, 012012 (2010).
- ② ”High-speed charge-to-time converter ASIC for the Super-Kamiokande detector”, H. Nishino, K. Okumura(5番目) et al. (合計10人), Nucl. Instrum. Meth. A, **610**, 710-717 (2009).
- ③ ” Reach of future accelerator and reactor neutrino efforts”, Y. Obayashi (for the T2K collaboration), Proceedings of the Flavor Physics and CP violation (FPCP2008) (Online publication, <http://hep1.phys.ntu.edu.tw/fpcp08/> proceedings paper number: 0807.4012), (2008).
- ④ “Long baseline neutrino experiments”, T.Kajita, AIP Conf. Proc. **981** 3 – 7 (2008).
- ⑤ ” A detector 2-km away from the J-PARC neutrino source”, N.Tanimoto, AIP Conf. Proc. **981**: 163-165, (2008).

〔学会発表〕(計16件)

- ① 清水雄輝、”スーパーカミオカンデにおけるT2K実験データリダクション”、日本物理学会第65回年次大会、2010年3月22日、岡山大学。
- ② 梶裕志、”Super-Kamiokande-IV 中、高エネルギー領域ニュートリノの事象再構成について”、日本物理学会第65回年次大会、2010年3月22日、岡山大学。
- ③ 谷本菜穂、”T2K実験レフトライトモニタープロトタイプ検出器での性能評価”、日本物理学会、2009年3月27日、立教大学
- ④ 奥村公宏、”Super-Kamiokandeにおける新フロントエンドボード製品版の性能評価について”、日本物理学会2008年秋期大会、2008年9月22日、山形大学。
- ⑤ T.Kajita, “Long baseline Neutrino Experiments”, TRIUMF Workshop on TeV Scale Physics and Neutrino Masses, 2007年10月21日, TRIUMF,バンクーバー、カナダ

〔図書〕(計1件)

M.Koshiya, T.Kajita et al., Landolt-Boernstein Volume 21, Springer, 2008.

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕

受賞

第1回平成基礎科学財団戸塚洋二賞(「大気ニュートリノ振動の発見」に対して)平成22年3月21日

ホームページ

<http://www.rcn.icrr.u-tokyo.ac.jp/index.html>