

自己評価報告書

平成 23 年 5 月 10 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究 (S)

研究期間：2008~2012

課題番号：20674004

研究課題名 (和文) 加速器ニュートリノビームを用いたニュートリノ混合の究明

研究課題名 (英文) Study of Neutrino Mixing by using accelerator neutrino beams

研究代表者

中家 剛 (NAKAYA TSUYOSHI)

京都大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：50314175

研究分野：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、ニュートリノ振動、ニュートリノ質量

1. 研究計画の概要

ニュートリノ混合現象の究明とニュートリノ質量差の精密測定を目標に、加速器ニュートリノビームを活用し、ニュートリノ実験 SciBooNE と T2K を実施している。SciBooNE 実験で世界最高精度でニュートリノ・原子核反応を測定し、そのデータを活用し、T2K 実験で世界最高感度でニュートリノ振動の研究を実施する。

2. 研究の進捗状況

SciBooNE 実験で、プロポーザル通りに集めた 2×10^{20} 陽子/標的のデータを解析して、ニュートリノと原子核の反応断面積を世界最高精度で測定した。具体的には、ニュートリノ荷電カレント (CC) コヒーレント π 生成反応の探索、ニュートリノ中性カレント (NC) π^0 生成反応の測定、NC コヒーレント π^0 生成事象の観測、CC 反応の全断面積の測定を行った。また、ミューオンニュートリノ消失モードの高感度探索を行い、ニュートリノ消失の事象は確認できず、もっとも厳しい上限値を設定した。

T2K 実験は、平成 20 年に前置ニュートリノ測定器建設を中心に実験準備を進め、ニュートリノビーム測定に必要な、ミューオンモニターとニュートリノモニターを製作した。更に、翌年に前置ニュートリノ測定器を完成させた。初ニュートリノビームは平成 21 年 4 月に観測に成功し、その後ビーム調整を行い、同年 11 月に初ニュートリノ事象を前置ニュートリノ測定器 INGRID で観測した。平成 22 年 1 月から物理ランを開始し、2 月にスーパーカミオカンデ測定器で初ニュートリノ事象観測に成功した。その後、ニュートリノビーム強度を増強しながら、実験を継続中であ

る。

物理解析は、平成 22 年 1 月から 6 月までに取った 3.23×10^{19} 陽子/標的のデータを使ってニュートリノ振動の結果を発表した。観測された電子ニュートリノ事象数は 1 で、ニュートリノ振動が無い場合の予想値が 0.3 事象、ニュートリノ振動が $\sin^2 2\theta_{13}=0.1$ で起こる場合は 1.2 事象で大変興味深い結果となっている。現在、この初期結果の 4 倍以上の 1.46×10^{20} 陽子/標的のデータを集めており、その解析を進めている。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

本研究は、SciBooNE 実験と T2K 実験を 2 本柱として進めてきた。京大ニュートリノグループ総勢のべ 20 名強が集中的に研究に取り組んでおり、そのおかげで、これまでは計画以上の成果をあげている。

SciBooNE 実験では、これまで査読付き論文 4 編に加え、共同研究者の協力で総数 20 近い国際会議の発表を行っている。

T2K 実験は、申請書の予定通りで進めており、測定器建設等の実験準備を終え、物理データの収集を始め、初期結果も発表することができた。本研究成果の国際会議の発表の半分以上は T2K 実験の成果によっている。また、最新鋭測定器製作も論文として発表している。

両実験からの成果の公表数、世界の注目度に関しては計画以上の成果を上げている。

4. 今後の研究の推進方策

平成 23 年 3 月 11 日までは、特に問題なく SciBooNE 実験解析と T2K 実験のデータ収集は順調に進んでいた。しかし、3 月 11 日に

起こった関東大震災により、J-PARC 加速器と T2K ニュートリノビームラインが大きな被害を負った。現時点で、詳細な損害状況は判明していないが、少なくとも約半年間実験が遅れると予想する。また平成 23 年度の電力状況によっては、T2K 実験の再開に不定性があるが、明確な予想を立てることは難しい。

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 6 件)

[1] “Measurement of inclusive charged current interactions on carbon in a few-GeV neutrino beam”, Y. Nakajima, T. Nakaya 他 (全 63 名中 1 番目と 39 番目。第 1 著者以外はアルファベット順), Phys. Rev. D83:012005, 2011. (査読有り)

[2] “Design and performance of the muon monitor for the T2K neutrino oscillation experiment”, K. Matsuoka, T. Nakaya 他 (全 16 名中 1 番目と 8 番目), Nucl. Instrum. Meth. A624:591-600, 2010. (査読有り)

[3] “Performance of Multi-Pixel Photon Counters for the T2K near detectors”, M. Yokoyama, T. Nakaya 他 (全 11 名中 1 番目と 6 番目), Nucl. Instrum. Meth. A622:567-573, 2010. (査読有り)

[4] “Improved measurement of neutral current coherent pi0 production on carbon in a few-GeV neutrino beam”, Y. Kurimoto, T. Nakaya 他 (全 63 名中 1 番目と 39 番目。第 1 著者以外はアルファベット順), Published in Phys. Rev. D81:111102, 2010. (査読有り)

[5] “Measurement of Inclusive Neutral Current Neutral pi0 Production on Carbon in a Few-GeV Neutrino Beam”, Y. Kurimoto, T. Nakaya 他 (全 63 名中 1 番目と 39 番目。第 1 著者以外はアルファベット順), Phys. Rev. D81:033004, 2010. (査読有り)

[6] “Search for Charged Current Coherent Pion Production on Carbon in a Few-GeV Neutrino Beam”, K. Hiraide, T. Nakaya 他 (全 63 名中 1 番目と 39 番目。第 1 著者以外はアルファベット順), Phys. Rev. D78:112004, 2008. (査読有り)

[学会発表] (計 5 件)

[1] “Long-baseline neutrino experiments”, T. Nakaya, The 35th International Conference on High Energy Physics, July 22-28, 2010, Paris, France.

[2] “Photodetectors R&D for cost effective PMs, MPPC”, T. Nakaya,

European Strategy for Future Neutrino Physics, Oct 1-3, 2009, CERN.

[3] “New results from the FNAL SciBooNE neutrino experiment”, T. Nakaya, FOURTEENTH LOMONOSOV CONFERENCE ON ELEMENTARY PARTICLE PHYSICS, Aug 19-25, 2009, Moscow.

[4] “Multi-Pixel Photon Detectors”, T. Nakaya, Pixel 2008 International Workshop, 23-26 September 2008, Fermilab, Batavia, IL, USA.

[5] “Experimental status of neutrino scattering physics and needed measurements”, T. Nakaya, The 10th International Workshop on Neutrino Factories, Super beams and Beta beams (NuFact08), June 30 - July 5 2008, Valencia-Spain

[その他]

成果のホームページ:

<http://www-he.scphys.kyoto-u.ac.jp/research/Neutrino/index.html>

新聞発表:

[1] “サイエンス「宇宙の誕生の謎に迫る」—ニュートリノの大規模実験進む—” 日本経済新聞、2009年5月24日.

[2] “ニュートリノを飛ばす 岐阜←茨城 300キロ”、東京新聞Web版、2009年8月11日

[3] “ニュートリノ初検出 J-PARC実験施設”、茨木新聞本誌朝刊、2009年11月25日.