

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：太陽ニュートリノエネルギースペクトルの研究

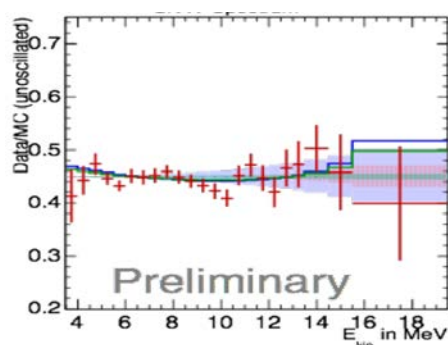
英文：Energy spectrum measurement of solar neutrinos in Super-Kamiokande

研究代表者 東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設・教授・中畑雅行

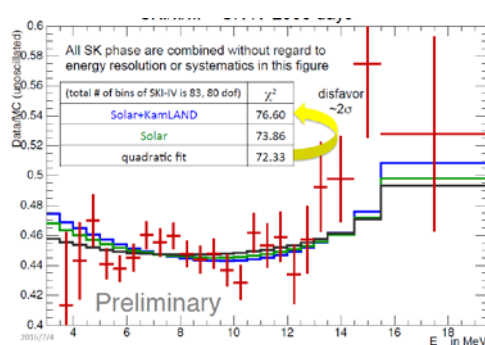
参加研究者 宇宙線研：准教授・岸本康宏、関谷洋之、助教・池田一得、D2・織井安里、特任助教・L. Marti 神戸大・教授・竹内康雄、特命助教・矢野孝臣、学術研究員・中野祐樹、宮城教育大：教授・福田善之、東海大学：教授・西嶋恭司、M2・伊藤恭平、University of California, Irvine: J. Griskevich, W. R. Kropp, S. Mine, G. Carminati, P. Weatherly, V. Takhistov, M. B. Smy, H. W. Sobel, V. Takhistov, Muhammad Elnimr, Scott Locke, 東京大学 Kavli IPMU: 特任教授・鈴木洋一郎、M. R. Vagins

研究成果概要

本研究ではスーパーカミオカンデを用いて太陽ニュートリノの精密測定を行っている。スーパーカミオカンデでは ^8B の崩壊に伴うエネルギーの高い太陽ニュートリノを捉えている。スーパーカミオカンデが捉えたニュートリノの強度は標準的な太陽モデルから予想される強度の約40%しかなく、その原因はニュートリノが太陽から地球に飛んでくる間に元々の電子ニュートリノから他のニュートリノ（ミューニュートリノやタウニュートリノ）に変わってしまうからだとわかってきている。この「ニュートリノ振動」とよばれる現象を詳しく調べるためには太陽ニュートリノのエネルギースペクトルを詳しく調べ、エネルギーと共に振動の確率に変化すること（スペクトル歪み）を確認する必要がある。もし、その歪みが期待通りでない場合には、太陽モデルの変更やニュートリノ振動の新たな発見へとつながる可能性がある。そのため本研究では精密なエネルギースペクトル観測を行っている。



SK-IV の 2365 日分のデータから得られたエネルギースペクトル



全 SK データを統合したエネルギースペクトル。データ点(赤の誤差棒つき)は、統計誤差のみを考慮して統合した観測データ。ヒストグラムは、上から順番に、(青) solar global+KamLAND のベストフィットパラメータで期待されるスペクトル、(緑)solar global のパラメータで期待されるスペクトル、(黒) スペクトルを2次の多項式フィットしたベストなスペクトルを示す。

太陽ニュートリノのエネルギースペクトル測定において、エネルギーしきい値を下げることは重要である。昨年度（平成27年度）には最もエネルギーが低い3.5-4.0MeV(kinetic)のビンの系統誤差を小さくするため、トリガー閾値を31PMTヒットにまで下げた。これにより3.5-4.0MeVでのトリガー効率が98.71%まで上げた。本年度は閾値の低いデータ

を含めてデータの更新を行った。SK-III以降、純水装置からSKタンクに戻る水の温度を微調整し、タンク内で対流が起こらないようにしている。特に2009年11月以降は温度制御を自動化し常に安定した水の循環ができるようにしている。こうして得られた低バックグラウンドの最新のエネルギースペクトルをNeutrino2016国際会議において発表した。左図はSK-I Vで取得された2365日分のエネルギースペクトルであり、右図はSK-I, II, III, IVすべてを統合したスペクトルである。同図にはsolar global+KamLANDの振動パラメータで期待されるスペクトルを青（一番上の線）で示している。現時点では、そのパラメータで期待される歪みを有意に示す結果は得られていない。むしろその期待されるスペクトルは、多項式で自由にフィットした場合と比べて2シグマレベルで合いが良くない。

最近の発表論文（国内外での学会における発表を含む）

- (1) “Recent SK measurements of atmospheric and solar neutrinos”, Sigetaka Moriyama, plenary talk in The XXVII International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Neutrino 2016), July 4-9, 2016, London, UK.
- (2) “Solar neutrino results and NSI analysis”, Pierce Weatherly, poster presentation in The XXVII International Conference on Neutrino Physics and Astrophysics (Neutrino 2016), July 4-9, 2016, London, UK.
- (3) “Solar neutrino results”, Y. Nakano, talk at the 38th International Conference on High Energy Physics, August 3-10, 2016, Chicago, U.S.A.
- (4) “Solar and atmospheric neutrino oscillations in Super-Kamiokande”, Y. Koshio, Neutrino Oscillation Workshop 2016” (NOW 2016), Sept. 4-11, 2016, Otranto, Italy.
- (5) 「Super-Kamiokande検出器を用いた太陽ニュートリノ解析における最新結果」、中野佑樹、他Super-Kamiokande Collaboration、2016年9月21日、日本物理学会2016年秋季大会、宮崎大学。

整理番号 A05