

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：太陽ニュートリノエネルギースペクトルの研究

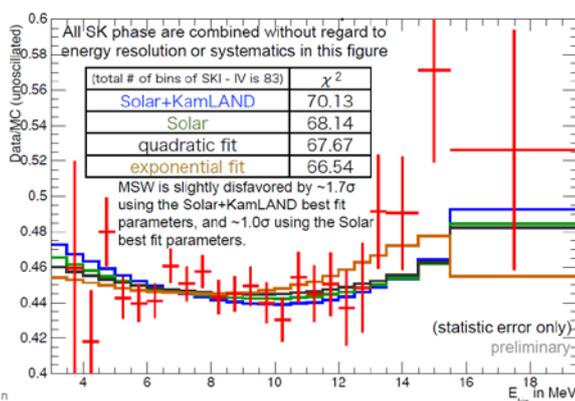
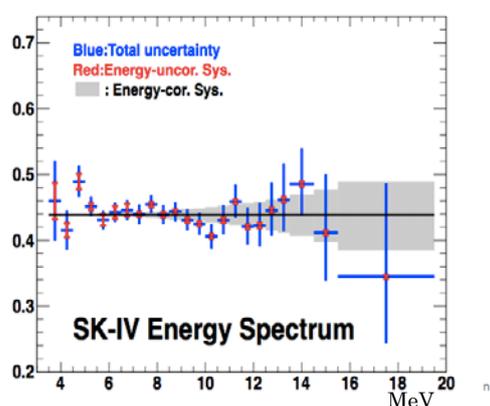
英文：Energy spectrum measurement of solar neutrinos in Super-Kamiokande

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、D3・中野祐樹、D1・織井安里、神戸大・教授・竹内康雄、特命助教・矢野孝臣、宮城教育大・教授・福田善之、東海大学・教授・西嶋恭司、M1・伊藤恭平、University of California, Irvine: J. Griskevich, W. R. Kropp, S. Mine, G. Carminati, P. Weatherly, V. Takhistov, M. B. Smy, HW. Sobel, V. Takhistov, 東京大学・数物連携宇宙研究機構・特任教授・鈴木洋一郎、M. R. Vagins、特任研究員・L. Marti

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。



(左) SK-IV の 1669 日分のデータから得られたエネルギースペクトル。縦軸はデータと強度を $5.25 \times 10^6 / \text{cm}^2 / \text{sec}$ と仮定した振動なしモデルとの比。

(右) 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、(茶)指数関数で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。平成27年度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%になり、その系統誤差を1%以下にすることができた。また、以前取ためたデータに対してはこのエネルギービンを含む低エネルギーエネルギー領域に対して、トリガー効率を含む系統誤差の詳しい見積もりをおこなった。それを適用した最新のエネルギースペクトルは現在Neutrino2016国際会議に向けて準備をしている。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。平成27年度には外部に出すエネルギースペクトルの更新は行わなかったため、1年前の結果と同じではあるが最も新しいエネルギースペクトルを以下に示す。左図はSK-IVで得られたエネルギースペクトルであり、左図はSK-I, II, III, IVすべてを統合したスペクトルである。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。

最近の発表論文等

- (1) “Super-K solar neutrino talk”, Pierce Weatherly, talk at 25th International Workshop on Weak Interactions and Neutrinos (WIN2015) June 8-13, 2015, MP IK Heidelberg, Germany.
- (2) “Solar neutrino results from Super Kamiokande”, Y. Nakano, talk presented at 34th International Cosmic Ray Conference (ICRC2015), July 30-Aug. 6, 2015, Hague, Netherlands.
- (3) “Low energy neutrinos in Super-Kamiokande”, H. Sekiya, XIV International Conference on Topics in Astroparticle and Underground Physics (TAUP2015), 7-11 September 2015, Torino, Italy.
- (4) 「スーパーカミオカンデ検出器における太陽ニュートリノ解析の最新結果」、中野佑樹, 他Super-Kamiokande Collaboration、2015年9月26日、日本物理学会2015年秋季大会、大阪市立大学。
- (5) 「スーパーカミオカンデ検出器における純水中のラドン濃度に関する研究」、中野佑樹, 他Super-Kamiokande Collaboration、2015年3月21日、日本物理学会第70回年次大会(2015年)早稲田大学。