

平成25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

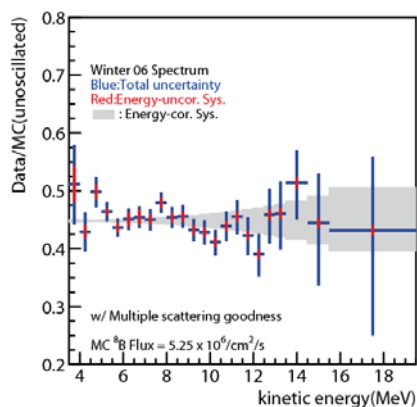
研究代表者 東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設・教授・中畑雅行

参加研究者 宇宙線研・准教授・岸本康宏、助教・関谷洋之、助教・池田一得、D1・中野祐樹、M1・織井安里、神戸大・教授・竹内康雄、宮城教育大・教授・福田善之、東海大学・教授・西嶋恭司、University of California, Irvine: J. Griskevich, W. R. Kropp, S. Mine, G. Carminati, A. Renshaw, P. Weatherly, V. Takhistov, M. B. Smy, H. W. Sobel, 東京大学・数物連携宇宙研究機構・特任教授・M. R. Vagins、特任研究員・L. Marti

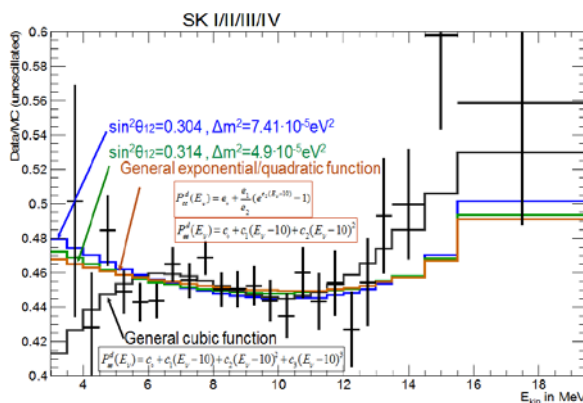
研究成果概要

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た。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が変化すること（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。

平成25年度はSK-I Vのデータ解析がまとめられ、以前のデータ（SK-I, II, IIIのデータ）と統合することによって高統計でのエネルギースペクトルを議論した。



SK-IVの1306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（黒の誤差棒つき）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、（茶）スペクトルを2次の多項式フィット、（灰）3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
ことが重要である。低エネルギー領域のバックグラウンドの主たる原因はPMTから湧
き出すラドンであるが、ラドンは半減期が3.8日であるため、湧き出したラドンをなるべく
拡散させないようにして水を循環させる必要がある。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た。特に2
009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た。
SK-IVの解析においては、3.5MeV(kinetic energy)の閾値で解析を行った。つまり、
3.5MeVから4.0MeVのエネルギービンのデータが新たに加わった。このビンのtrigger効
率は80%程度であるため、calibrationデータなどを使って系統誤差を特別に見積もった。
前頁にSK-IVで得られたエネルギースペクトル(左図)とSK-I, II, III, IVすべてを
統合したスペクトル(右図)を示した。右図には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。

最近の発表論文等

- (1) 「スーパーカミオカンデにおける純水中ラドン濃度測定システムの改良」、中野佑樹, 他
Super-Kamiokande Collaboration、2014年3月28日、日本物理学会第69回年次大会、東海
大学
- (2) 「スーパーカミオカンデを用いた太陽ニュートリノ研究」、中野佑樹, 他Super-Kamiokande
Collaboration、2013年9月21日、日本物理学会2013年秋季大会、高知大学。
- (3) “Solar Neutrino Results from Super-Kamiokande”, A. Renshaw, talk at the 1th
International Conference on Topics in astroparticle and Underground Physics
(TAUP2013), Asilomar, California, U. S. A., September 8-13, 2013.
- (4) “Solar neutrino analysis of Super-Kamiokande”, H. Sekiya, Contribution
paper(ID:48) and a talk in the parallel session at the 33rd International Cosmic
Ray conference, Rio De Janeiro, Brazil, July 2-9, 2013.
- (5) “Neutrino Physics”, M. Nakahata, rapporteur talk at the 33rd International
Cosmic Ray conference, Rio De Janeiro, Brazil, July 2-9, 2013.
- (6) “Results of SK’ s solar and supernova relic neutrinos”, Y. Koshio, talk at
International Workshop on “RENO-50” toward Neutrino Mass Hierarchy, June 13-14,
2013, Seoul National University, Korea.
- (7) 「Super-Kamiokandeにおける太陽ニュートリノの研究」、横澤孝章, 他Super-Kamiokande
Collaboration、2013年3月27日、日本物理学会第68回年次大会、広島大学。